



Isabel Cristina Ribau Fernandes Coutinho

Doutora em Química Sustentável

**Relatório profissional.
O currículo das ciências e um estudo de caso.**

Relatório profissional para obtenção do Grau de Mestre em
Ensino da Física e da Química

Orientador: Doutor Vítor Duarte Teodoro,
Professor Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro

Vogais: Prof. Doutor José Paulo Moreira Santos

Prof. Grégoire Marie Jean Bonfait



Março 2014

2014

Relatório profissional. O currículo das ciências e um estudo de caso.

Isabel Cristina Ribau Fernandes Coutinho



Isabel Cristina Ribau Fernandes Coutinho

Doutora em Química Sustentável

**Relatório profissional.
O currículo das ciências e um estudo de caso.**

Relatório profissional para obtenção do Grau de Mestre em Ensino
da Física e da Química

Orientador: Vítor Duarte Teodoro, Professor Auxiliar do
Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Relatório profissional.
O currículo das ciências e um estudo de caso.

Copyright

Isabel Cristina Ribau Fernandes Coutinho

FCT/UNL

UNL

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

À Alice, à Catarina e à Beatriz

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer ao Professor Vítor Teodoro a oportunidade de realizar um trabalho de investigação na área da educação em ciências Físicas e Químicas.

A todos os que de algum modo me ajudaram a concretizar este trabalho, agradeço o empenho e a amizade.

Por último um agradecimento especial às minhas três filhas, Alice, Catarina e Beatriz, a quem dedico este trabalho.

RESUMO

A aquisição de competências essenciais é indispensável para que o aluno tenha sucesso escolar e se integre na sociedade. A aquisição de competências específicas das ciências no ensino básico e o seu desenvolvimento no ensino secundário são condições para o desenvolvimento e compreensão dos processos em ciência.

A definição do que a sociedade pretende no final da escolaridade obrigatória está definido no Currículo de ciências e nas políticas curriculares que lhe estão inerentes. Uma das grandes finalidades é formar pessoas cientificamente *literadas*, dando-se ênfase aos processos da ciência, e a um ensino aberto à sociedade – ensino CTSA. Com esse objetivo construiu-se em Portugal no início deste século um currículo flexível que possibilita adequações curriculares e que propõe que o professor deixe o papel de executor curricular e desempenhe o papel de gestor curricular. Este currículo inovador trouxe desafios aos professores e à própria sociedade. Um dos desafios é formar alunos na área das ciências, que tenham competências que lhes permitam ter sucesso à disciplina, nos exames nacionais de FQ e na sua profissão.

Com objetivo de encontrar estratégias de ensino que permitam ajudar os alunos a entender conceitos de cinemática e dinâmica, efetuou-se um estudo de caso numa turma do décimo primeiro ano. No sentido de concretizar os objetivos do projeto de investigação foram aplicados aos alunos da turma testes escritos sobre mecânica e cinemática (pré-testes). Após a aplicação destes questionários os alunos da turma familiarizaram-se com dois programas que passaram a usar para realizar as atividades experimentais de Física no tema “Movimentos na Terra e no espaço”. Foi introduzida a utilização de programas de simulações (Modellus) e de aquisição de dados experimentais (Tracker), com o objetivo de fomentar o gosto pela ciência Física, facilitar a transferência de conhecimentos práticos (concretos) para abstratos (raciocínio matemático). A turma foi dividida em dois grupos aleatoriamente. Cada grupo efetuou atividades extracurriculares durante quatro semanas. Um grupo efetuou atividades sobre cinemática, utilizando como ferramenta o Modellus, o outro grupo efetuou um trabalho de pesquisa sobre a evolução do conceito de força e movimento. Após realização destas atividades durante quatro semanas, os alunos foram novamente submetidos aos mesmos testes.

Os resultados obtidos permitem concluir que o programa Modellus é uma ferramenta eficaz para melhorar o entendimento dos alunos na área da cinemática. Já a utilização de trabalho por pesquisa numa perspetiva histórica mostrou-se pouco eficaz para melhorar os conhecimentos de dinâmica.

PALAVRAS-CHAVE: MODELLUS, TRACKER, CINEMÁTICA, DINÂMICA, ENSINO DA FÍSICA

ABSTRACT

The key skills acquisition is essential for the student to succeed in education and integrate into society. The acquisition of specific science skills in elementary education and its development in secondary education are conditions for the development and understanding of processes in science. The main goal for science education and curricular policies inherent are defined in the science curriculum. One of the major purposes is to educate scientifically people, giving emphasis to the history, processes of science, and science-technology - society and environment connections.

With this goal, at the beginning of this century we constructed in Portugal, a flexible curriculum that allows curricular adaptations. This innovative curriculum brought challenges to teachers and the society itself. One of the challenges is to graduate students in the sciences who have skills that allow them to have personal success, be an informed citizen with a good scientific literacy.

The main aim of this work is to investigate the usage of simulation and acquisition programs for increasing the physical learning. In order to find teaching strategies that allow students understand concepts of kinematics and dynamics, we implemented learning strategies. We performed a case study with twenty-one students from the 11th grade. In order to achieve the objectives of the research project, initially writings tests were applied to the students in the class on mechanics and kinematics (pre - test). After applying these questionnaires, students in the class became familiar with two programs, which started to use to perform the experimental activities in Physics on "Movements on Earth and in space". The use of simulations (Modellus) and experimental data acquisition (Tracker) program was introduced with the aim of fostering the taste for physics, and to facilitate the transfer of practical knowledge (concrete) to abstract (mathematical reasoning). The class was divided randomly into two groups, experimental group and control group. Each group performed extracurricular activities during four weeks. Parallel with the traditional teaching, a group made activities on kinematics, using Modellus software as a tool, the other group made research on force concept and motion evolution. After performing these activities, the students were again subjected to the same tests.

The research results point out that the Modellus software is an effective tool to improve students' understanding in kinematics. The research work in a historical perspective isn't so effective to improve dynamics knowledge.

KEYWORDS: Modellus, Tracker, dynamics, kinematics, Physics

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	V
Abstract	VII
ÍNDICE GERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
Lista de Abreviaturas	XVI
Capítulo 1 Introdução.....	1
1 Introdução.....	2
1.1 Introdução.....	2
1.2 Profissão: professor	6
1.2.1 Uma história de vida	6
1.2.2 Atividades realizadas pelos alunos.....	7
1.3 A escola e o currículo	8
Os Currículos de Ciências:.....	10
1.3.1 aspectos e princípios subjacentes à elaboração de um currículo de Ciências	10
1.3.2 Linhas orientadoras do ensino das ciências	12
1.3.3 Literacia científica, significados e implicações curriculares.....	13
1.3.4 Natureza da ciência e do conhecimento, atividade científica e o ensino das ciências.....	16
1.3.5 Conceção CTSA de ensino das Ciências: uma abordagem holística da Ciência	19
1.3.6 Avaliação do processo de ensino e aprendizagem à luz das perspetivas construtivistas.....	19
1.4 O Currículo Nacional do Ensino Básico e Secundário: pressupostos, finalidades e políticas educativas	22
1.4.1 Diferenciação e flexibilização curricular	24
1.4.2 Adequação e flexibilização curricular.....	26

1.4.3	Organização do currículo das Ciências Físicas e Químicas	28
1.5	O professor, a avaliação e a gestão curricular.....	32
1.6	Contextualização do trabalho de investigação.....	35
1.7	Âmbito do trabalho	36
Capítulo 2	Revisão da literatura	37
2	Revisão da literatura.....	38
2.1	Teorias de ensino e aprendizagem.....	39
2.1.1	Construtivismo: uma Teoria de aprendizagem.....	40
2.1.2	Concepções alternativas	42
2.1.3	Teorias de ensino em ciências.....	43
2.2	O ensino das ciências como formação para a literacia científica.....	45
2.2.1	Currículos de Ciências e construtivismo.....	45
2.2.2	Implicações do construtivismo no ensino das ciências	46
2.3	A utilização de programas de simulação e aquisição de dados como estratégia construtivista no ensino das ciências	48
2.3.1	O programa Modellus como ferramenta de uma estratégia de ensino e de aprendizagem construtivista.....	49
2.4	Ensino das ciências numa perspetiva de trabalho científico	50
2.4.1	Ensino da Ciência por investigação e como investigação.....	51
Capítulo 3	Metodologia.....	57
3	Metodologia.....	58
3.1	Introdução.....	58
3.2	<i>Design</i> da investigação	59
3.3	Caracterização dos participantes.....	60
3.4	Instrumentos utilizados	61
3.4.1	Teste TUG-K.....	61
3.4.2	Teste “Concepções relativas à força e ao movimento”	74
3.4.3	Consistência interna e validade dos testes aplicados	75
Capítulo 4	Apresentação e discussão de resultados.....	77
4	Apresentação e discussão de resultados	78

4.1	Apresentação dos resultados do teste TUG-K	78
4.1.1	Média de testes e ganhos.....	80
4.1.2	Apresentação dos resultados do teste TUG-G aplicado ao grupo de controlo.....	81
4.1.3	Apresentação dos resultados do teste TUG-K aplicado ao grupo de experimental.....	83
4.1.4	Discussão dos resultados obtidos no teste TUG-K	86
4.2	Apresentação dos Resultados do teste sobre “Conceções de força e movimento”	90
4.2.1	Apresentação dos resultados do teste aplicado ao grupo de controlo	93
4.2.2	Apresentação dos resultados do teste aplicado ao grupo experimental.....	95
4.2.3	Discussão dos resultados do teste	96
4.3	Conclusão	97
Capítulo 5	Conclusão	99
5	Conclusão	100
5.1	Os currículos de ciências, as estratégias de aprendizagem e o papel do professor	100
5.2	Conclusão final	101
5.3	Perspetivas futuras.....	102
6	Referências	104
ANEXOS	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Esquema com as inter-relações entre intervenientes no processo educativo.....	4
Figura 1-2 Diferentes domínios que se interligam no currículo de ciências. Destacam-se os conteúdos a ser desenvolvidos pelos alunos (competências), as implicações dos domínios de autonomia do professor e as políticas educativas (diferenciação curricular, adequação e gestão curricular), princípios didáticos epistemológicos e psicológicos (construtivismo).....	31
Figura 2-2 Alguns dos intervenientes no processo educativo referidos no texto anterior e as suas interligações. Destacam-se os domínios das políticas educativas e os princípios epistemológicos, didáticos e psicológicos bem como as linhas orientadoras do Currículo Nacional de ciências.....	34
Figura 2-1 Resolução de problemas no ensino das ciências.	52
Figura 3-1 <i>Design</i> do grupo de controlo com pré-teste e post-teste. O grupo A é o grupo experimental, o grupo B é o grupo de controlo, X é o tratamento experimental, um espaço em branco por baixo do X é o controlo (ausência de tratamento), O é uma observação ou medição e R (aleatória) é a designação de fatores de controlo aleatórios (Tuckman, 2002).....	59
Figura 3-2 Esquema do estudo realizado. O grupo I realizou como tratamento experimental um trabalho de pesquisa sobre história da ciência (evolução do conceito de força e movimento), o grupo II utilizou o software Modellus em atividades teórico-práticas (tratamento experimental). Os pré-testes e post-teste constituem a observação ou medição).	60
Figura 3-3 Imagem do ecrã, atividade 1A- Tarefa 1e 2, obtida a partir do programa Modellus.	63
Figura 3-4 Imagem do ecrã, da atividade 1B- Tarefa 1e 2, obtida a partir do programa Modellus.....	64
Figura 3-5 Imagem do ecrã, da atividade 3.1 C - Tarefa 1, 2 e 3 executada por um grupo de alunos, obtida a partir do programa Modellus.....	69
Figura 3-6 Imagem do ecrã da atividade 3-1 A - Tarefa 1, 2 e 3, obtida a partir do programa Modellus.....	70
Figura 3-7 Imagem do ecrã, da atividade 4.1 A, obtida a partir do programa Modellus.	71
Figura 4-1 Dispersão dos itens, de índice de discriminação em função do índice da facilidade. Em destaque os itens que apresentam um índice de discriminação e de facilidade que permite obter melhor informação sobre o desempenho dos alunos.....	79
Figura 4-2 Notas dos alunos numa escala de 0 a 20 valores, no pré-teste (azul) e no post-teste (vermelho) do (A) grupo de controlo (grupo I) e do (B) grupo experimental (grupo I).	80
Figura 4-3 Média das notas dos testes e dos ganhos médios do grupo de controlo (grupo I) e do grupo experimental (grupo II) no pré-teste e no post-teste.	81
Figura 4-4 Ganho relativo por aluno no grupo controlo (grupo I).	83

Figura 4-5 Ganho relativo do grupo experimental (grupo I).....	86
Figura 4-6 Gráficos dos resultados da aplicação do questionário TUG-K, onde se apresentam as percentagens médias dos certos dos itens do questionários e os desvios padrão em cada grupo no pré-teste, no post-teste e a média dos ganhos absolutos. (A) Determinação do deslocamento, (B) determinação da velocidade, (C) determinação da variação da velocidade, e (D) determinação da aceleração.....	87
Figura 4-7 Gráficos dos resultados da aplicação do questionário TUG-K, onde se apresentam as percentagens médias e erros em cada grupo no pré-teste, post-teste e a média dos ganhos absolutos. (A) Seleção de gráficos a partir de um gráfico, (B) seleção de um gráfico a partir de um texto, (C) selecionar descrição textual.	88
Figura 4-8 Gráfico da percentagem de ganho médio relativo com o respetivo desvio padrão em relação a cada um dos objetivos analisados. (1) Determinação da velocidade, (2) determinação da aceleração, (3) determinação do deslocamento, (4) determinação da variação da velocidade, (5) selecionar partir de um gráfico, (6) selecionar descrição textual e (7) selecionar a partir de um texto. (●) Grupo de controlo, (●) Grupo experimental.	89
Figura 4-9 Dispersão dos itens, de índice de discriminação em função do índice da facilidade. Em destaque os itens que apresentam um índice de discriminação e de facilidade que permite obter melhor informação sobre o desempenho dos alunos.....	92
Figura 4-10 Notas dos alunos numa escala de 0 a 20 valores, no pré-teste (azul) e no post-teste (vermelho) do grupo (A) de controlo e do grupo (B) experimental.	93

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 Variáveis utilizadas no estudo de cada uma das hipóteses.....	58
Tabela 3-2 Distribuição dos alunos participantes do estudo, dos alunos da turma B do décimo primeiro ano.....	61
Tabela 3-3 Objetivos do TUG-K e questões correspondentes (Adaptado de Beichner, 1994)..	62
Tabela 3-4 Objetivos do teste sobre concepções de forças e movimentos e questões correspondentes.....	74
Tabela 4-1 Facilidade (f) e discriminação (d) dos itens do questionário TUG-K para a toda a população da amostra.	78
Tabela 4-2 Grau de facilidade (escala de Garret) dos itens do questionário TUG-K para a população estudada.	79
Tabela 4-3 Grau de discriminação dos itens do questionário TUG-K para a população.	79
Tabela 4-4 Objetivos, itens e percentagem de alunos que respondeu corretamente ao item, no grupo de controlo (N=10) (grupo I) em dois momentos diferentes, no pré-teste e no post-teste.	82
Tabela 4-5 Objetivos, itens e percentagem de alunos que respondeu corretamente ao item, no grupo experimental (N=11) (grupo II) em dois momentos diferentes, no pré-teste e no post-teste.	84
Tabela 4-6 Facilidade (f) e discriminação (d) dos itens do questionário “Concepções de força e movimento” para a amostra.....	91
Tabela 4-7 Grau de facilidade (escala de Garret) dos itens do questionário TUG-K para a população estudada.	91
Tabela 4-8 Grau de discriminação dos itens do questionário TUG-K para a população.	91
Tabela 4-9 Resultados da aplicação do teste sobre concepções de força e movimento ao grupo de controlo.	94
Tabela 4-10 Resultados da aplicação do teste sobre concepções de força e movimento ao grupo experimental.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS

AAAS	The American Association for the Advancement of Science
CN	Currículo Nacional
CNEB	Currículo Nacional do Ensino Básico
CNES	Currículo Nacional do Ensino Secundário
CTSA	Ciência-Tecnologia- Sociedade- Ambiente
CFQ	Ciências físico - químicas
DEB	Departamento de ensino básico
FQ-A	Física Química -A
FC-UL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FCT-UC	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
FCT-UNL	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
FF-UC	Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra
M	Média
MEC	Ministério da Ciência e Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e desenvolvimento Económico
PIC	Programas de investigação científica
PISA	<i>Programme for international student achievement</i>
SE	Erro padrão
SD	Desvio padrão
TCT	Teoria clássica dos testes
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
TIMSS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura

1 Introdução

1.1 Introdução

Desde o início do século XX que se questiona o papel da escola, e da utilidade dos saberes que veicula. A escola perpétua a cultura dominante na sociedade, sendo uma guardiã dos saberes de referência nos vários campos do conhecimento; é também um meio de socialização, onde diferentes grupos sociais e culturais entram em contacto (Matsura, 2000). A escola deve proporcionar o apetrechamento dos alunos com instrumentos cognitivos de análise, reflexão e produção do conhecimento e promover o ensino de estratégias organizativas do conhecimento e do discurso (Roldão, 1999a). Sendo os desafios da escola atualmente, tornar todos os indivíduos que passam por ela competentes e sabedores e ainda promover o bilinguismo cultural garantindo por um lado a aquisição dos referentes culturais da cultura dominante, o que permite aos alunos usufruírem dos direitos de cidadania e por outro conhecer e reconhecer as suas origens (Leite, 2003; Thurler, 1994).

Os currículos educativos são por excelência instrumentos definidores das políticas educativas e tem sido alvo de estudos quanto aos seus objetivos, funções, desenvolvimento e implementação, refletindo estes estudos a preocupação de servirem a sociedade e os indivíduos (Goodson, 1997, Doyle, 1997). Os estudos curriculares promoveram na década de sessenta e setenta grandes alterações no modo de pensar a educação em Ciências. Um novo modo de ver a educação e a ciência fez emergir a necessidade da educação em ciências ser encarada tendo em conta a função da educação e da ciência e as inter-relações entre ambas (Doll, 1997). As sociedades contemporâneas encontram-se ligadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, constituindo a Ciência e a Tecnologia parte da sua cultura. O desenvolvimento científico-tecnológico não é linear nem é independente dos valores sociais e éticos dominantes em cada momento na sociedade; se por um lado o desenvolvimento científico-tecnológico influencia a sociedade, por outro esta também o influencia. O conhecimento científico e tecnológico possibilita o bem-estar da sociedade, fornece ferramentas capazes de gerarem novos conhecimentos, de melhorar a qualidade de vida das populações e ajuda a resolver problemas globais contribuindo para a sustentabilidade do Planeta. Quando o desenvolvimento científico e tecnológico não é sustentável, gera-se um desequilíbrio que é em muitos casos fatal para o ambiente e os seres vivos incluindo o Homem. Surge assim um novo entendimento das relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, promotor de um novo conceito de Educação em Ciências. Neste âmbito emerge a necessidade de haver uma compreensão pública

em Ciências que permita a todos os indivíduos usar o conhecimento científico para tomar decisões conscientes e responsáveis, valorizar e usar a tecnologia e adquirir os saberes (competências, atitudes e valores) que lhes permitam adaptar-se às mudanças de uma sociedade em constante alteração. Surge assim uma crescente consciencialização da importância de uma dimensão científica no leque de saberes que fazem de cada indivíduo um cidadão informado, educado e responsável e emerge o conceito de literacia científica. Cada cidadão deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico, que lhe permita compreender os fenómenos do mundo em que se insere e questões decorrentes da atividade científico-tecnológica com implicações sociais, usar um conhecimento básico para tomar decisões individuais e sociais, desenvolver capacidades, atitudes e valores que lhe permitam adaptar-se a um mundo em mudança, reconhecer as vantagens e as limitações da ciência e da tecnologia devendo tomar decisões democráticas de modo informado e consciente (Solomon, 1994; Pedretti e Hodson, 1995; Millar, 1996). Neste quadro questiona-se o ensino das ciências quanto à sua função e como meio para alcançar uma alfabetização científica das populações. A escola deve garantir o acesso mas também o sucesso de todos os alunos, cabendo à escola o papel de veicular um corpo de conhecimentos socialmente válidos, proporcionar compreensão do processo e natureza da Ciência e favorecer o desenvolvimento de uma atitude científica. Contribui assim para que os alunos, como futuros cidadãos, tomem consciência da importância de uma “cultura científica” que lhes proporcionará uma bagagem de conhecimentos que os torna informados e esclarecidos e que lhes permitirá tomar decisões conscientes e responsáveis.

A escola para cumprir a sua função deve integrar um leque diferente de conteúdos de aprendizagem que são mais amplos que os conteúdos disciplinares. Estes deverão abarcar tanto o domínio de saberes de referência sem os quais o acesso ao conhecimento não se operacionaliza, como a ativação e consolidação de processos autónomos de construção do saber, o domínio de instrumentos de acesso ao conhecimento (competências cognitivas) e o desenvolvimento de atitudes e competências de convivência e colaboração social (Roldão, 1999 a).

A problemática essencial da educação e os desafios a que tem de responder em qualquer época decidem-se no campo curricular, onde se atualizam todas as potenciais opções, filosofias e ideologias educativas e se define a educação que se deseja para as gerações futuras (Roldão, 1999 b). O currículo, enquanto expressão de intenções de determinada política curricular, não é um empreendimento neutro; ele é elaborado e (re)construído pela sociedade, que possui ideologias políticas e sociais, tem determinados pressupostos epistemológicos e psicológicos, sendo um instrumento por excelência que veicula e perpétua os ideais políticos e por isso mesmo um instrumento de poder, Figura 1-1.

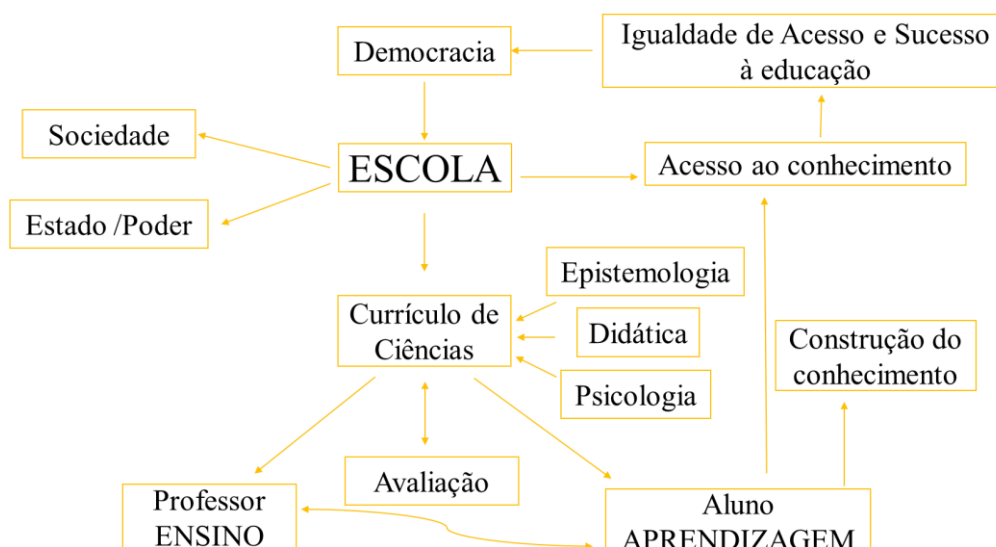


Figura 1-1 Esquema com as inter-relações entre intervenientes no processo educativo.

O currículo é assim o resultado de uma seleção de conhecimentos e saberes de um universo mais amplo dos mesmos (Ribeiro, 1990), que tem como finalidade precisamente modificar as pessoas que o vão “seguir” (Silva, 2000) e que se refere sempre ao conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e aprendizagens consideradas necessárias num dado contexto e à organização e sequência adotadas para o concretizar ou desenvolver (Gonçalves, 1991; Roldão, 1999a; Zabalza, 1992), Figura 1.1. Surge então por um lado a questão do que deve ser aprendido na escola e incluído no currículo de Ciências para se atingir a “alfabetização científica”, por outro se se pretende alcançar um ensino que leve os alunos a construir o seu próprio conhecimento partindo de conteúdos específicos e dos processos de produção desses conteúdos, é importante a introdução de atividades que discutam os problemas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e o Ambiente e o recurso à história da Ciência, para dar uma imagem correta dos processos e produção do conhecimento (Nascimento, 2004; Vannucchi, 2004).

Embora a investigação educacional na área da educação em Ciências se tenha desenvolvido, pouco se tem alterado nas práticas dos professores, - o ensino das ciências continua a estar marcado pelo paradigma positivista - (Cachapuz, 1995; Hlebowitsh, 1997; Carvalho, 2004). Também a nível da implementação curricular, os professores tem sido mais executores de currículos do que decisores e gestores do processo curricular de aprendizagem (Roldão, 1999). Será isso, consequência de diretrizes e políticas educativas ambíguas e por vezes contraditórias (Paraskeva, 2000) que não permitem ao professor desempenhar plena e eficazmente o seu papel de construtor de currículo?

A tendência de centralização/uniformização dos currículos têm sido reforçada pela implementação de exames nacionais, e de outras formas de aferição e controlo mais subtis como

sejam estudos internacionais, por exemplo, PISA, TIMSS, que ao compararem o desempenho de alunos de vários países promovem a orientação dos vários currículos no sentido de os aproximar (Fernandes, 2000). Por outro lado, a educação e a escola atualmente estão perante uma sociedade em que interagem cultura, economia, poder, raça, género e classe, constituindo esses fatores um desafio à democratização da escola, do currículo e da própria relação professor - aluno. A democracia na educação é um espaço de lutas constantes que tem como objetivos primordiais a justiça, a liberdade e a qualidade. A democracia não tem uma territorialização política, é um comportamento de constante reflexão sobre todos os aspetos do quotidiano (Apple, 1999a). Não basta por isso quando se analisa o currículo identificar os interesses ideológicos que lhe estão subjacentes e que enquadram a interação professor - aluno. É também necessário olhar os papéis que a sociedade deseja e atribui ao professor e ao aluno, e ao seu enquadramento no sistema educativo.

A situação de impreparação científica dos alunos, que diversos estudos internacionais têm evidenciado, tem levantado questões sobre a orientação dos currículos de ciências nomeadamente quanto aos conteúdos na área das ciências, às metodologias e estratégias utilizadas bem como às implicações sociais da iliteracia científica.

Tendo como ponto de partida para o estudo caso que as estratégias de aprendizagem propostas no currículo do 11º ano de FQ-A, tem por base teorias construtivistas e que os alunos que serão objeto de estudo, nesta investigação são alunos que vivenciaram a aplicação/implementação dos currículos de ciências¹, de cariz construtivista (reforma curricular iniciou-se entre 2002-2003) a questão orientadora deste trabalho de investigação é, “Em que medida estes alunos conseguem utilizar estratégias de aprendizagem construtivistas e construir o seu conhecimento em Física?”. O objetivo deste trabalho de investigação é por um lado identificar uma estratégia facilitadora da aprendizagem em Física, e por outro refletir sobre as linhas orientadoras e as políticas educativas do Currículo Nacional do Ensino Básico.

A questão de partida neste estudo foi,

“Será que estratégias construtivista, como a utilização de programas de modelação e simulação e o trabalho de pesquisa, propostas no currículo nacional, facilitam a aprendizagem em Física?”

¹ Sendo definido o Currículo como conjunto de aprendizagens e competências a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico, de acordo com os objetivos consagrados na Lei de Bases do Sistema Educativo (...), expresso em orientações aprovadas pelo Ministério da educação (...) (Decreto-Lei nº 6/2001, art. 2º). Considera-se neste trabalho de investigação que do Currículo de Ciências Físicas e Naturais fazem parte o “Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências essenciais “na área disciplinar das Ciências Físicas e Naturais e o documento intitulado “Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico”.

1.2 Profissão: professor

1.2.1 Uma história de vida

Em que medida a história de vida do professor influencia a sua atuação como executor e gestor de currículos?

Nasci em 1972, no mês de Outubro aos vinte e dois dias, em Gafanha da Nazaré, no Concelho de Ílhavo e distrito de Aveiro. Frequentei a Escola primária no lugar da Cambeia e depois no ciclo preparatório na Gafanha da Nazaré. Fiz o terceiro ciclo na escola secundária de Ílhavo e o ensino secundário no antigo Liceu José Estêvão em Aveiro.

Em 1990 entrei para Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC) para o curso de Química. No terceiro ano do curso optei por ingressar na via educacional, tendo efetuado o estágio na Escola Secundária D. Duarte em Coimbra (ano letivo 1994/1995). A licenciatura de cinco anos com o estágio pedagógico incluído terminou em 1995.

No ano letivo 1995/1996, lecionei na Escola Secundária de Vieira de Leiria, em 1996/1997, em 1997/1998 na escola básica com segundo e terceiro ciclo de Anadia. De 1998 até hoje leciono na Escola Secundária Poeta Joaquim Serra em Montijo.

Durante o período de tempo que medeia a conclusão da licenciatura até hoje, valorizei as minhas habilitações académicas. O meu objetivo foi sempre estar preparada para o ensino nas suas diferentes vertentes, tanto científica como pedagógica, deste modo obtive o Mestrado em Tecnologias do Medicamento (FF-UC), fiz a parte curricular do Mestrado em Educação na área de didáticas da ciências (FC-UL) e nos últimos anos especializei-me em Química tendo efetuado o Doutoramento em Química Sustentável (FCT-UNL).

A minha experiência profissional iniciou com a docência no grupo 510 (ensino Básico (3.º ciclo) e Secundário) em 1994 até hoje. No ensino básico no meu trabalho letivo já lecionei aulas de Ciências Físico Químicas (7.º a 9.º ano de escolaridade) em turmas regulares e em turmas de PCA (2010) e Ciências Físicas e naturais em turmas de PIEF (2014), lecionei também Física e Química A (10.º e 11.º ano) Física (12.º ano) e Química (12.º ano). Como trabalho não letivo, para além da preparação de aulas, materiais para as mesmas e testes, já ocupei o cargo de Coordenadora do Grupo disciplinar (2003-2005) e fui Diretora de Instalações vários anos. Ainda nesse âmbito pertenci ao grupo de “Educação para a Saúde” (2010-2012) e fui diretora de turma.

Fui docente no Ensino Universitário no ano 2007/2008 da disciplina Química I (componente laboratorial) e entre o ano letivo 2008/2009 e 2009/2010 da disciplina de Teoria da Ligação Química (componente teórico-prática). Fui também orientadora de Estágio Pedagógico na Escola Secundária Poeta Joaquim Serra Montijo, no ano letivo 2012/2013, da aluna Elisabete

da Conceição da Silva Costa Assunção do Mestrado Ensino da Física e da Química –DCSA da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Sou formadora de professores na área das Ciências Experimentais Físicas e Químicas, Técnicas de laboratório de Química e didáticas das ciências e Investigação-Ação (CCPFC/RFO-08838/99). Tendo lecionado a Oficina de formação “O ensino experimental das Ciências: da Teoria à Prática” no ano letivo 20010/2011 e 2011/2012.

O fato de ser professora (formadora de pessoas) obrigou-me sempre a refletir nas minhas práticas letivas. Quando foi implementada a reforma no início de dois mil, senti necessidade de formação teórica, porque considerei que não estava preparada para o que me era pedido. Fiz a parte curricular do mestrado em Educação-Didática das ciências. Nos últimos anos participei em algumas formações que considero relevantes para a formação de uma professora de Ciências:

- Academia Quantum (FCT-UNL, 2012)
- Curso *Science Communication*, NOVA Escola Doutoral (FCT-UNL, 2013)
- Curso *Research Etichs*, NOVA Escola Doutoral (FCT-UNL, 2013)
- Curso *Research Skills Development*, NOVA Escola Doutoral (FCT-UNL, 2013)
- Curso *Communicating Science Visually*, NOVA Doctoral School, (FCT-UNL-2014).

1.2.2 Atividades realizadas pelos alunos

A minha atividade letiva como professora divide-se em duas componentes o ensino e a aprendizagem, focando-me em sala de aula na aprendizagem dos alunos. A planificação das atividades de aprendizagem em sala de aula e fora desta é essencial para que esta ocorra e seja significativa. Deste modo pensado nos alunos/turma adapto estratégias e materiais bem como as atividades a realizar. Seguidamente destaco algumas das atividade propostas aos alunos.

Atividades realizadas durante as aulas pelos alunos

Ensino básico:

- Atividades experimentais- demonstrativas e práticas
- Fichas de sala de aula (a pares)
- Leitura e interpretação de textos (Manual)
- Aulas de campo (Determinação da rapidez média)
- Esquematização de ideias/resumo de ideias-chave
- Transcrição de desenhos/esquemas/frases do quadro para o caderno diário
- Resolução de exercícios
- Trabalhos de pesquisa (Biblioteca)
- Fichas de avaliação a pares
- Fichas de avaliação individuais

Ensino Secundário:

- Atividades experimentais práticas
- Utilização do Tracker para recolha de imagens
- Simulações (Phet, Modellus, etc.)
- Relatórios das atividades experimentais
- Caderno de laboratório/registo
- Fichas de sala de aula (a pares)
- Leitura e interpretação de textos sobre a ciência
- Resolução de exercícios/ resolução de problemas
- Trabalhos de pesquisa
- Fichas de avaliação individuais

Atividades realizadas após as aulas pelos alunos**Ensino básico:**

- Trabalhos de casa- Resumo das ideias chave da aula a partir do livro de texto (diário)
- Resolução de exercícios

Ensino Secundário:

- Atividades experimentais práticas se possível
- Atividades teórico práticas
- Trabalhos de pesquisa
- Resolução de exercícios/problemas

Atividades não letivas realizadas

- Visitas de Estudo

Seguidamente apresento alguns conceitos/ideias chave que me tem acompanhado ao longo da minha atividade profissional e que eu considero estruturantes das minhas práticas letivas. Sem estes pilares do conhecimento as minhas práticas letivas seriam meramente repetições de atividades efetuadas ano após ano, sem qualquer sentido crítico e sem inovação. Só consigo ensinar o que entendo/compreendo e faz sentido para mim (experiência significativa), daí a necessidade de perceber as finalidades da Escola, as metas e bases teóricas do Currículo Nacional bem como o papel das ciências no Currículo Nacional.

1.3 A escola e o currículo

De um modo geral podemos dizer que a escola é um dos agentes sociais em que os alunos desenvolvem a sua personalidade, constroem e estabelecem os alicerces das relações entre eles e entre eles e a sociedade (Zabalza, 1992). A escola sendo uma comunidade crítica

(Dewey, 1936) é também um agrupamento de recursos humanos e materiais que tem em comum uma finalidade para a qual estão orientados e que é controlada e atravessada por questões de poder. Assim os alunos vivenciam e aprendem com o funcionamento, a organização e a cultura existente na escola, que será um reflexo da cultura da sociedade. Neste contexto ao apreciar um currículo do ensino das Ciências devemos questionar o sentido e as funções da educação e da escola.

Tal como foi referido anteriormente, o conceito de currículo escolar admite muitas interpretações e teorizações quanto ao seu processo de construção, contudo refere-se sempre ao conjunto de aprendizagens consideradas necessárias num dado contexto e tempo e á organização e sequência adotadas para o concretizar ou desenvolver (Gonçalves, 1991; Roldão, 1999; Galvão, 2001). O que transforma um conjunto de aprendizagens em currículo é a sua finalização, intencionalidade, estruturação coerente e sequência organizadora. O termo currículo abarca muitos significados (Applle, 1999b; Ribeiro, 1990), sendo um dos mais complexos no discurso educacional (Pacheco, 1996). Esta diversidade de significações advém da sua significação estar relacionada com a organização dos sistemas educativos, das estruturas e das relações que se estabelecem entre as várias partes (Silva, T. 2000). O currículo sendo uma construção da sociedade é uma construção cultural, sendo um modo de organizar um conjunto de práticas educacionais humanas. A construção do significado de currículo “(...) é progressiva, muda quer em função do papel que a escola desempenha na sociedade, quer em função das conceções sobre a aprendizagem e a natureza do conhecimento. (...)” (Silva, 2002, p.66). No entanto o currículo enquanto projeto educativo e didático, caracteriza-se por “ (...) um propósito educativo planificado no tempo e no espaço em função de finalidades; um processo de ensino-aprendizagem, com referência a conteúdos e a atividades de um contexto específico- o da escola ou organização formativa” (Pacheco, 2002, p. 16). Que “se traduzem na conceção de currículo como um projeto concebido como prática de significações mediada por fenómenos substantivos (na filosofia e fundamentação), por processos (no desenvolvimento da construção dos programas educativos) e por dinâmicas (na redefinição e reconstrução dos programas educativos na escola).“ (Silva, 2002, p. 67).

O currículo possui também uma dimensão política, uma vez que reflete as relações existentes entre a escola e a sociedade, os interesses individuais e os do grupo e ainda os interesses políticos e ideológicos. O que lhe atribui um significado marcadamente cultural e social. Em consequência, quando se analisa um currículo devemos de averiguar as ideologias e valores que orientam o currículo, determinar o conhecimento que é considerado válido e importante, bem como os contextos onde ocorre a formação, só assim se tem uma imagem completa do currículo. Pelas estratégias propostas implicitamente ou explicitamente podemos verificar que diretrizes orientam o currículo, como este contempla as várias questões do

complexo processo de ensino e aprendizagem e como propõe que os professores lidem com elas.

1.3.1 Os Currículos de Ciências: aspetos e princípios subjacentes à elaboração de um currículo de Ciências

Os três fatores que interagem na dinâmica da construção e evolução dos currículos são a sociedade, os saberes científicos, e o conhecimento e representação do aluno. A construção de um currículo requer inicialmente a diagnose da situação e a definição de metas a atingir com o currículo que será construído. Após estes passos são inventariadas as necessidades² detetadas, sendo essencial diagnosticá-las para se poder elaborar um currículo. O currículo terá como finalidade o colmatar as necessidades ou o *deficit* encontrado. A identificação das necessidades centrada na determinação das necessidades educacionais dos estudantes, nas condições de aprendizagem nas aulas e nos fatores que afetam a realização dos objetivos educacionais permite manter o currículo em sintonia com as necessidades da sociedade, sendo um processo de determinação de factos para serem tomados em conta no currículo (Taba, 1976). A avaliação das necessidades enquanto processo permite identificar as necessidades, analisar os objetivos que se pretendem atingir tendo em consideração as necessidades encontradas e ordená-los pela sua importância face às alterações que se pretendem introduzir e ainda estabelecer prioridades (Wulf e Schave, 1984). Após a determinação das necessidades, deve realizar-se o diagnóstico da situação dos vários intervenientes no processo de ensino e aprendizagem (alunos, famílias, instituições, meio), com o objetivo de caracterizar a situação no início do projeto curricular, sendo recolhidos dados relativos a diferentes aspetos da situação. Isto permitirá fazer previsões sobre a viabilidade do projeto. Após esta fase, começa a construção do projeto curricular, onde se especificam os objetivos que deverão servir para desenvolver com maior qualidade e eficácia o processo educativo. A operacionalização deve ser efetuada através de propostas concretas de ação, como por exemplo tipos de situações formativas a criar. Especificar os objetivos do projeto é explicitar o que se pensa fazer, constituindo estes um ponto de referência para organizar o processo formativo. Dois instrumentos principais são utilizados para configurar estes processos: os objetivos experienciais (onde se identifica a situação em que o aluno deve trabalhar, o problema que ele deve enfrentar e a tarefa em que se deve implicar) e os princípios de procedimentos que clarificam as condições contextuais e funcionais em que se deve desenvolver o ensino. Estes princípios de procedimentos podem surgir em três contextos diferentes de justificação (Eisner, 1985). O contexto racional pedagógico, ligado aos princípios gerais do processo didático aplicáveis a cada experiência de aprendizagem, o contexto epistemológico que vincula os princípios de procedimentos à natureza dos conteúdos e

² Necessidade - Diferença entre a forma como as coisas deveriam de ser e a forma como essas coisas são de facto (Zabalza, 1992).

atividades a realiza, e o contexto didático onde a organização do processo didático se desenvolve em torno de si próprio (Stöcker, s/d). Segue-se a esta fase onde se definem objetivos (tendo em conta as necessidades, as diretrizes e políticas educativas) a fase de seleção e organização de conteúdos³. Os conteúdos são muito importantes na compreensão de problemas sociais de cariz científico-tecnológico, daí que seja importante prestar atenção aos conteúdos, quer no que respeita à sua seleção, quer ao seu ensino e aprendizagem.

Se os objetivos do ensino das ciências apresentam a conjugação da dimensão conceptual da aprendizagem disciplinar com a dimensão formativa e cultural, próprias de uma alfabetização científica, os conteúdos adquiriram para além de uma dimensão conceptual, as dimensões procedimentais e atitudinais (Carvalho, 2004). A dimensão conceptual do ensino das Ciências é agora recontextualizada na conceção de Ciências/Tecnologia/Sociedade/ Ambiente; a dimensão processual baseia-se no entendimento da natureza das ciências que visa uma aculturação⁴ e a enculturação⁵ científica; a dimensão atitudinal alicerça-se na argumentação, comunicação e raciocínio e tem como objetivos levar o aluno a construir o seu próprio conhecimento. Entender os conteúdos a ser ensinados nesta perspetiva, direciona o ensino da ciência para o domínio cultural sendo um promotor de valores da democracia e da moral que advêm da tomada de decisões fundamentadas e críticas. Os conteúdos desempenham então uma dupla função, se por um lado sugerem dados, informações e referências, por outro favorecem a interação com a realidade através de processos mentais que desencadeiam (formas de organização e análise de dados e a abordagem dos problemas). É através deles que se constrói as bases do desenvolvimento intelectual (habilidades intelectuais e estratégias cognitivas) (Gagné, 1974) e o corpo de conhecimentos do aluno. Sendo então essencial ter em conta o que se pretende que o aluno aprenda, adquira e interiorize ao longo da sua passagem pelo sistema educativo e a escolha e aplicação dos meios para o conseguir (Cachapuz e colaboradores, 2004).

De realçar que sendo a escolarização um processo que se estende por muito tempo, deverá haver articulação vertical de conteúdos. Para essa articulação ter coerência os conteúdos deverão estar ligados promovendo o desenvolvimento global do aluno (Coll, 1998, p.46) não só em termos cognitivos mas também de atitudes e valores. Também se deverá ter em consideração a articulação horizontal procurando plataformas comuns nas várias disciplinas ou áreas disciplinares, promovendo-se a articulação de conteúdos, respeitando a linguagem e pressupostos psicológicos e metodológicos (Coll, 1998; Zabalza, 1992), bem como as

³ Conteúdo - aquilo sobre o que se trabalha, é a base através da qual as atividades de aprendizagem estão unidas entre si (Wulf e Schave, 1984, Zabalza, 2003).

⁴ O ensino que tem como finalidade a aculturação científica deve proporcionar ao aluno experiências de aprendizagem que lhe permitam construir o conteúdo conceptual através de uma participação ativa nesse processo (Carvalho, 2004). Aculturação - o processo da adaptação a uma cultura diferentes.

⁵ Enculturação - processo de aprendizagem pelo qual os membros de uma dada sociedade assimilam durante a vida os padrões culturais que a constituem, procedendo de acordo com as normas socialmente aceites.

conceções da natureza da Ciência, do conhecimento e da atividade Científica e as teorias de ensino e aprendizagem.

A diversidade dos públicos escolares nas sociedades atuais, a gama cada vez mais vasta de conhecimentos científicos e um melhor conhecimento dos processos de ensino e aprendizagem tem levantado questões curriculares. O grande dilema da escola é hoje o de responder satisfatoriamente a “todos”, garantindo-lhes todas as aprendizagens necessárias, sendo que esse “todos” é cada vez mais diferente.

A necessidade da escola corresponder às expectativas geradas na sociedade e preparar os jovens para os novos desafios que a Humanidade enfrenta, levaram a que os currículos de Ciências fossem repensados e contextualizados⁶. *“Qual a finalidade da Educação em Ciências?”*, *“O que deve ser aprendido em ciências?”*, *“Qual a utilidade de uma educação em Ciências?”*, *“O que se pretende com o ensino das Ciências no Ensino Básico? Preparar uma elite de futuros cientistas ou uma educação científica para todos?”*

Atualmente e no que respeita à educação em Ciências considera-se que esta deve fornecer à população instrumentos que lhe permita tomar decisões conscientes e responsáveis. A competência dos indivíduos para a resolução de situações-problemas do dia-a-dia passa pela compreensão de factos, princípios e conceitos científicos. Uma educação para uma cidadania responsável implica, *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, aprender a viver juntos, aprender a viver com os outros*, o que o relatório para a UNESCO da comissão internacional para o século XXI denomina como pilares da educação. Se a nível das políticas e diretrizes educativas se promove a literacia científica como resposta a esta questão, a nível operacional isto implica mudanças no modo de encarar o ensino das ciências, sendo os professores Ciências peças fundamentais na concretização das políticas educativas.

A necessidade de aumentar os níveis de formação/educação sobre a dimensão científica dos problemas tem sido promotora de linhas de investigação em Educação em Ciências, como é o caso da perspectiva CTSA.

1.3.2 Linhas orientadoras do ensino das ciências

Nos últimos anos tem havido uma mudança na orientação e ênfases, no ensino em ciências. Países como a China, Reino Unido, Estados Unidos da América, Portugal entre outros, tem vindo a reformular os seus currículos de Ciências, no sentido destes servirem melhor os interesses sociais, gerando pessoas autónomas, responsáveis, críticas, e literadas. De facto a iliteracia científica é um problema grave. Afeta os países uma vez que se grande parte da população não está adequadamente preparada, algumas medidas económicas, científicas, políticas, podem não ser entendidas, logo a sua implementação é difícil, o que prejudica todo

⁶ Atualizados para a época, tendo em atenção as teorias psicopedagógicas atuais, e as relações sociedade-economia-ciência-tecnologia e ambiente.

um país. A iliteracia afeta diretamente as pessoas - o facto de não perceberem as novas tecnologias, os avanços da ciência, impede-os de tomarem decisões conscientes e justificadas, relativas à saúde, ao ambiente e à economia (Shahn's, 1988).

A necessidade de preparar os alunos para a vida em comunidade e para uma intervenção social consciente e responsável, tem constituído a tónica dominante do discurso académico e oficial em relação ao ensino desde 2000 (DEB, 2001; Galvão e colaboradores, 2002). A Escola tem que formar cidadãos para a sociedade do conhecimento e da tecnologia onde a alfabetização científica é uma necessidade crescente para a compreensão da própria sociedade (Roldão, 1999). À medida que o mundo se torna cada vez mais científico e tecnológico o nosso futuro torna-se cada vez mais dependente da sabedoria com que os humanos usam a ciência e a tecnologia e, isto depende da educação que se recebe. A educação escolar deve estimular as aprendizagens significativas, promotoras de literacia científica (Bybee, 1987 e 1997). Emerge desta situação a necessidade de “enculturar” os jovens não só em termos de *saber*, mas acima de tudo *saber fazer* (Aikenhead, 1996). É nesta perspetiva que o conceito de literacia tem lugar nos currículos escolares e o conceito de literacia científica, surge nos currículos de ciências.

A escola desempenha um papel primordial na promoção da literacia científica, de hábitos de reflexão e questionamento, proporcionando assim saberes indispensáveis a uma compreensão adequada ainda que de carácter geral. Alguns destes saberes são conteúdos, sejam eles conceitos ou princípios. A aprendizagem de conceitos científicos é fundamental para os alunos perceberem a ciência e a tecnologia, mas para isso a aprendizagem não pode ser demasiado especializada, deve ocorrer a partir de exemplos da vida quotidiana, não se deve limitar ao conhecimento de factos e de princípios científicos, deve abordar a História da ciência e os papéis da Ciência e da Tecnologia na sociedade, e desenvolver a capacidade de tomar decisões e resolver problemas na interface Ciência/Tecnologia/Sociedade (Santos, 1992; Santos 1998; Amador 2010).

Sendo cada vez mais numerosas as questões sociais que se entrelaçam com aspetos científicos e tecnológicos, urge refletir em que medida o ensino e os currículos em ciência podem contribuir para uma verdadeira cidadania. Neste âmbito surgem algumas questões:

Qual a relação entre currículo em ciências e a literacia científica?

Será a literacia científica uma necessidade da sociedade e/ou consequência da evolução científica e tecnológica ou uma justificação para o “divórcio” entre a ciência e a sociedade?

1.3.3 Literacia científica, significados e implicações curriculares

Face à influência crescente da Ciência e da Tecnologia nas nossas vidas, a educação em Ciências, tem hoje que ser equacionada como uma forma de contribuir para a construção de uma melhor qualidade de vida. O desfasamento entre as aprendizagens escolares e as necessidades de ordem pessoal e social é cada vez mais claro, a escola aos olhos dos alunos torna-se cada vez

mais distante dos seus interesses, o que se reflete num elevado insucesso (Santos, 1994). A crise do ensino e aprendizagem em ciências pode considerar-se como a denúncia de um currículo que não reflete as necessidades da vida moderna e das mudanças sociais. Muitos países tem implementado reformas com o objetivo de colmatar esta lacuna defendendo um ensino das Ciências para todos e não elitista (Linn, 1987; Cachapuz, 1995) uma vez que se trata de formar cidadãos informados e não só futuros cientistas.

Não há uma definição consensual para “literacia científica”(Jenkins, 1990; Eisenhart, e colaboradores, 1996), mas nas várias definições propostas perfilam-se três elementos comuns (AAAS, 1989; AAAS, 1993; OCDE/PISA, 1998; Horton, e colaboradores, 2003):

- a familiaridade com factos, conceitos e processos científicos;
- o Conhecimento de métodos e procedimentos inerentes à investigação científica;
- a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade

Dois documentos na década de noventa vieram clarificar o que se entendia por literacia científica: *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) e *National Science education standards* (NRC, 1996). Uma pessoa cientificamente literada pode ser descrita como alguém que está consciente que a ciência e a tecnologia são construções Humanas com limitações, entende os conceitos chave e princípios da Ciência, está familiarizado com o mundo natural, reconhece a sua unidade e biodiversidade e que aplica os conhecimentos científicos para fins individuais ou coletivos (AAAS, 1989; Horton, 2003; Bybee, 1987; Aikenhead, 1998 e 2002).

Alguns investigadores, como Roth e Aikenhead, têm procurado, estabelecer as diretrizes de um ensino das ciências conducente à formação de pessoas cientificamente literadas.

Para Aikenhead (Aikenhead, 2002), literacia pode ser definida, como o conjunto de saberes (cultura geral científica) que todos devem desenvolver, para poder decidir conscientemente com base em pressupostos racionais justificados. A literacia surge assim como a capacidade de intervir de forma consciente, responsável e fundamentada em questões CTSA e tomadas de decisão, devendo ser cada país a determinar o que é a literacia científica para orientar a elaboração dos seus currículos.

Para Roth (Roth, 2002), a literacia científica surge do ponto de vista da *praxis*, isto é, é um fenómeno coletivo e não algo que é possuído ou que caracteriza apenas certos indivíduos, não devem ser por isso os cientistas a determinar os conteúdos curriculares. O importante é averiguar os conteúdos científicos que os cidadãos necessitam para exercer uma verdadeira cidadania. Nesta perspetiva, a ciência e a sociedade não podem ser pensadas separadamente, a Ciência produz-se (constrói - se através de uma atividade diária de cidadãos) dentro de uma matriz heterogénea de culturas sendo um dos produtos da sociedade, refletindo a sociedade o carácter coletivo do conhecimento. Deste modo, para desenvolver a literacia científica é

importante que os cidadãos tenham acesso a informações, “conversas” e debates, em suma estejam informados.

No programa PISA (Programme For International Student Achievement) da OCDE, uma pessoa cientificamente *literada* é definida como alguém que é capaz de combinar conhecimentos científicos e a capacidade para esboçar evidências tirando conclusões fundamentadas, com o objetivo de entender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e as modificações produzidas através das atividades humanas (OCDE/PISA, 1998). Estes são os conceitos de literacia Científica presentes Currículo Nacional (DEB, 2001).

A questão que se coloca é: *Como alcançar a literacia, nomeadamente a literacia científica?*

Alcançar a literacia envolve primeiro que tudo a aquisição de “ferramentas” de literacia como seja ler, escrever, falar - saber comunicar. Segundo há pré-requisitos para se alcançar a literacia, nomeadamente a capacidade para comunicar, ou seja “dominar” a linguagem em que se pretende comunicar. Terceiro a capacidade /disponibilidade dos instrumentos (ferramentas) da literacia fornecerem meios de armazenamento e partilha de conhecimentos e, do entendimento de que o conhecimento é independente da memória humana. O quarto aspeto é que as “ferramentas” de literacia podem ser utilizadas em vários contextos sendo por isso polivalentes (Hodson, 2002). Embora a literacia e a literacia científica caminhem paralelamente, a literacia científica exige mais ferramentas do que a literacia, é necessário dominar não só a linguagem social como a científica.

A literacia científica e as suas implicações no ensino formal das ciências são um dos desafios para escola nomeadamente no que se refere às práticas letivas de ensino e aprendizagem. Um currículo que tenha como meta a literacia científica deverá desenvolver um conjunto diversificado de competências, capacidades, atitudes e valores (Chagas, 2000). Neste contexto surge a questão: aprender como? Várias propostas tem sido apresentadas, de realçar as que implicam a resolução de problemas, investigações, pesquisa, o desenvolvimento de projetos e exercícios de tomada de decisão pelos alunos. Os ambientes de aprendizagem devem permitir aos alunos abordarem conhecimentos acessíveis, interessantes, autênticos, relevantes e úteis. Neste contexto o currículo deve desenvolver competências e não ser por objetivos, esta perspetiva implica também maior ênfase na avaliação formativa e formadora.

Um currículo que vai neste sentido é um currículo que olha não só para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, mas também para as suas crenças, valores, atitudes, aspirações / experiências pessoais e para cada aluno individualmente. Isto significa que cada aluno deverá ter a oportunidade para conduzir investigações, para tomar parte em tarefas de resoluções de problemas escolhidas por si ou pensadas por si, cada aluno terá de aprender por si. O aluno é que constrói o seu próprio conhecimento. A principal finalidade deste currículo será a

de dotar os estudantes com capacidades/ competências para tomar decisões efetivas, apropriadas e responsáveis em assuntos sociais, económicos, ambientais e ético - morais..

1.3.4 Natureza da ciência e do conhecimento, atividade científica e o ensino das ciências

“Todo o conhecimento é resposta a uma questão”

Bachelard (1996)

Atualmente ensinar ciências incorpora a ideia de ensinar sobre ciências e desenvolver os conteúdos nas dimensões conceptual, processual e atitudinal. As concepções sobre a natureza da Ciência e da atividade científica refletem-se assim no processo de ensino e aprendizagem, influenciam a construção de currículos e repercutem-se nas novas metodológicas a desenvolver (Cachapuz e colaboradores, 2004).

1.3.4.1 Epistemologia e atividade científica

O empirismo lógico do início do século XX, que caracteriza a Ciência como racional e de tipo representativo, onde leis e teorias são representações do mundo, construídas segundo uma lógica indutiva, a partir de observações neutras, certas e seguras, deu lugar a uma nova filosofia das ciências sendo de destacar como seus representantes Bachelard, Popper, Kuhn e Lakatos (Fitas, 1988).

O conhecimento científico (segundo o empirismo lógico) que resultava da acumulação de factos e tinha subjacente uma concepção de progresso de tipo contínuo e linear deu lugar a um conhecimento científico que depende dos contextos sociais, políticos e económicos, não sendo linear ou contínuo. A nova filosofia da ciência pressupõe então a rejeição de um método científico único, obriga a questionar o modo como o conhecimento científico evolui e a contextualizá-lo.

A epistemologia contemporânea considera que os contextos sociais, histórico, político e económico influenciam a construção do conhecimento científico, rejeita a ideia de atividade científica como atividade neutra que utiliza um método científico bem definido que permite induzir teorias a partir de factos. A nova Filosofia da Ciência considera a atividade científica como atividade humana não isenta de erro, em que o cientista é participante ativo na invenção das teorias que explicam os fenómenos observados e em que a teoria e a observação interagem intimamente na resolução de problemas com vista à produção do conhecimento científico.

Popper apresenta uma visão a-histórica da evolução do conhecimento. Assente num modelo lógico dedutivo do conhecimento, elege o falsificacionismo⁸ como único critério de refutação de uma teoria científica. Para Popper, a evolução do conhecimento científico faz-se por uma tentativa de eliminação de erros na procura da verdade. Substituem-se teorias científicas por outras, melhores e mais satisfatórias, estando o progresso da ciência relacionado com o princípio da falsificabilidade ou refutabilidade empírica, em que a testagem e a refutação mediante “experiências cruciais” constituem fatores privilegiados de desenvolvimento do conhecimento científico (Fitas, 1988). Para este epistemólogo, a ciência não dá certezas, pois todo o conhecimento é falível e hipotético. A incerteza e o erro são inerentes ao progresso da ciência que assenta na resolução de problemas, sendo um processo criativo em que interagem a imaginação, o raciocínio lógico, a observação e a experimentação. Nesta perspetiva o cientista é um resolvidor de problemas, sendo a conflitualidade entre teorias muito importante para o progresso de conhecimento científico.

Kuhn possui uma visão histórica do crescimento das ciências, elegendo os conceitos de paradigma e de revolução científica como essenciais para o desenvolvimento do conhecimento científico. O progresso científico é condicionado essencialmente pelos pontos de vista da comunidade científica, desenvolvendo-se o conhecimento científico por fases que permitem o surgimento de novos paradigmas que substituem os anteriores. Na fase “pré-paradigmática” os fenómenos são analisados e compreendidos à luz de diferentes teorias, até que o estudo dos fenómenos suscite uma pesquisa que permita o estabelecimento de novos conceitos e métodos que se revelem prometedores na explicação dos fenómenos em estudo. A esta fase segue-se a fase de “ciência normal”, em que o paradigma é considerado a chave para a explicação das observações e experiências, bem como para a resolução de novos problemas e é aceite por toda a comunidade de cientistas. A fase seguinte, fase de “revolução científica” é caracterizada pelo aparecimento de fenómenos que não se enquadram na explicação dentro do paradigma instalado e que provocam uma rutura paradigmática à qual a comunidade científica tenta resistir até à aceitação de um novo paradigma (Giere, 1989). Nesta perspetiva um paradigma só é rejeitado quando surge outro para tomar o seu lugar, não implicando uma experiência crucial a rejeição de uma teoria, o cientista é sobretudo um resolvidor de enigmas do tipo paradigma, sendo a resolução de enigmas um desafio às capacidades dos cientistas e não das teorias, uma vez que dessa forma os cientistas aumentam a correspondência e eliminam conflitos entre as diversas teorias (Fitas, 1988).

Lakatos tem uma visão que articula a proposta a-histórica de Popper com a aceitação de que o desenvolvimento das ciências só pode ser entendido à luz da competição entre diferentes

⁸Falsificacionismo - Para Popper, uma experiência não poderá comprovar uma teoria pela positiva (verificabilidade), mas ao contrário, pela negativa (falsificabilidade) deve ser sempre possível refutar experimentalmente uma teoria científica. As experiências cruciais desempenham um papel fulcral na refutação de uma teoria (Fitas, 1988).

programas de investigação científica (PIC). O programa de investigação possui dois componentes: o “núcleo duro” que corresponde ao conjunto de enunciados gerais sobre a natureza (as teorias aceites pela comunidade científica) e uma heurística que corresponde ao conjunto de regras e hipóteses auxiliares que permitem orientar a investigação (a heurística pode ser positiva se representa orientações de pesquisa a prosseguir ou negativa se representa orientações de pesquisa a evitar). Os programas de investigação científica dão origem a novas teorias e estas a novos modelos que são apoiados em factos empíricos. Esta nova teoria representa um avanço em relação à anterior se permitir alargar a área de investigação e o domínio da explicação da teoria; se a nova teoria só explica enigmas pontuais, ou as previsões propostas são empiricamente refutadas, estamos perante um projeto regressivo. O progresso da ciência é consequência da rejeição e aceitação de projetos de investigação, sendo a rejeição de um projeto garantida pelo programa de investigação rival que, com a sua teoria consegue explicar mais fenómenos possuindo uma potência heurística superior. O crescimento do conhecimento científico corresponde à continuidade de trabalho que liga os diferentes membros da comunidade científica.

Embora a interpretação que os filósofos da Ciência fazem da natureza da atividade científica e do papel que reconhecem à observação e experimentação na testagem das teorias científicas sejam diversas, partilham de ideias comuns que caracterizam a *Nova Filosofia da Ciência* (Carvalho e Gil-Pérez, 2000; Nascimento, 2004). Para estes os filósofos não há “um” método científico, mas sim vários métodos que se aplicam de acordo com as diferentes situações. As hipóteses e teorias científicas não derivam diretamente da observação de factos, mas resultam da imaginação e da criatividade do investigador, estando no entanto aliadas a métodos de inquérito científico. A observação depende quer das experiências prévias quer da personalidade do investigador, não sendo uma recolha de dados fidedigna e inquestionável, mas sim uma consequência da teoria que a orienta. As teorias científicas nunca podem ser totalmente verificadas; elas mudam porque outras melhores e mais explicativas as substituem. As teorias não são cópias do mundo, são sim construções do sujeito, individual ou coletivo. A Ciência é uma construção histórica e humana e um conhecimento aberto. A história das ciências não é linear nem cumulativa; avança por ruturas e descontinuidades nas estruturas teóricas. O erro é inerente à própria Ciência e ao progresso do conhecimento, não sendo as teorias científicas infalíveis; nesta perspetiva todo o conhecimento é hipotético e temporário. A objetividade científica não consiste na concordância com os factos, mas sim na intersubjetividade e consenso temporal dentro da comunidade científica de investigadores. A Ciência não é neutra, nem se produz fora do contexto social, é uma construção social e está vinculada a um determinado contexto histórico, existindo uma relação dialética entre ciência, tecnologia e sociedade (Nascimento, 2004).

1.3.5 Conceção CTSA de ensino das Ciências: uma abordagem holística da Ciência

A crise no ensino das ciências e a falta de cultura científica levaram também à orientação do ensino das ciências numa perspetiva mais holística do ensino das ciências que se denominou conceção CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Esta orientação tem como objetivo principal atribuir à educação em Ciências o papel de preparar os estudantes para enfrentarem o mundo tecnológico sempre em mudança no qual os valores sociais e éticos são fatores relevantes. A valorização do quotidiano para um ensino contextualizado é um dos aspetos fundamentais nesta orientação. O ensino centra-se em temas de relevância local e é flexível, para se adaptar às várias condições, devendo-se incluir nos programas, tópicos socialmente relevantes (Pedretti e Hodson, 1995).

Alguns investigadores apontam pistas no sentido de uma mudança curricular, para isso apelam à abordagem de situações contextualizadas no quotidiano do aluno, proporcionando aprendizagens significativas no âmbito da ciência e da tecnológica, possibilitando tomadas de decisão informadas e o desenvolvimento de atitudes e valores (Valente, 2000). A orientação CTSA num currículo de Ciências pressupõem uma abordagem que valorizando o quotidiano (ensino contextualizado) contribua para uma melhor educação para a cidadania, onde aspetos ligados ao ambiente, à saúde e ao consumo são de interesse (Teixeira, 2003). Propõem o desenvolvimento de uma cultura interdisciplinar na escola que passa por uma prática curricular e organizativa que tem por base o trabalho colaborativo entre professores quer no plano disciplinar quer interdisciplinar.

Alguns autores defendem a construção do currículo a partir de conceitos socio-científicos e socio-tecnológico centrando-se esta proposta na sociedade (Gardner, 1994). Já outros autores apresentam propostas centradas no aluno, uma vez que consideram que a organização do currículo deve ter em conta para além das características da sociedade a mentalidades dos alunos, a natureza e ética da ciência pós-moderna (Hurd, 1987 e 1994). Uma terceira linha de orientação considera a componente tecnológica como muito importante para o aluno perceber que a ciência é um empreendimento social, considerando que um currículo de ciências que dá mais relevo à tecnologia ajuda os alunos a tornarem-se mais capazes de perceber o mundo material compreender modelos de explicação de fenómenos naturais e distinguir entre a Ciência no laboratório e no mundo real (Millar, 1996).

1.3.6 Avaliação do processo de ensino e aprendizagem à luz das perspetivas construtivistas

Um currículo compreende os objetivos, reporta-se a necessidades educativas e engloba atividades, métodos e meios de ensino-aprendizagem e os processos de avaliação (Campbell e colaboradores 1994; Zabalza, 2002). Estes últimos não se podem separar do processo de

implementação curricular uma vez que surgem integrados no processo de ensino e aprendizagem.

A teoria curricular construída a partir de abordagens social-construtivistas, considerando a escola como local de reelaboração curricular, tem destacado a avaliação como uma componente intrínseca ao processo curricular uma vez que permite regular, monitorizar e adequar decisões nos diferentes domínios a nível curricular, promovendo a criação de ambientes de aprendizagem de qualidade adaptados a todos os alunos ou seja contextualizados. A avaliação deve ter em conta o processo educativo como um todo de forma a permitir compreender a complexidade das situações escolares.

A avaliação⁹ pode ser definida com “a recolha sistemática de informação sobre a qual se possa formular um juízo de valor que facilite a tomada de decisões” (Peralta, 2002). A partir do trabalho quotidiano na sala de aula e na escola, o professor recolhe informações dos seus alunos, formal e informalmente, que formaliza em registos estruturados. Para que estas informações possam ser objetivas utiliza várias técnicas, mas para que este processo seja eficiente é necessário que o professor clarifique e explicita os critérios que servem para avaliar o desempenho dos alunos (Pacheco, 1995, 1998a, 1998b e 2002; Santos, 2002).

A avaliação tem por um lado, a função de hierarquizar, seleccionar e certificar os conhecimentos dos alunos (função social), por outro, sendo um elemento essencial no processo de ensino e aprendizagem tem também uma função pedagógica (Santos, 2002). Se aprender é dar sentido e significado à realidade, é compreender, relacionar para poder aplicar e agir, então a avaliação tem como função evidenciar em que medida e de que forma os alunos vão atribuindo significado às experiências de aprendizagem construindo assim o seu conhecimento (Alonso, 2002). Por um lado, as formas e os modos de avaliação têm que refletir as aprendizagens realizadas e os resultados obtidos pelos alunos mas também o empenhamento posto na sua realização (Peralta, 2002), neste contexto as principais modalidades de avaliação são, a avaliação formativa¹⁰ e a sumativa¹¹, formadora¹² e a auto – avaliação¹³ (Alves, 2002).

⁹O processo de avaliação tem três etapas fundamentais, a recolha de informação, o seu tratamento e interpretação e por último a reflexão sobre os resultados. As suas finalidades são ser informativa, valorativa e interventiva (reguladora).

¹⁰ Avaliação formativa- Avaliação de carácter informativo (Alves, 2002), que tem como finalidade colher dados para reorientar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula ou no processo de desenvolvimento de um currículo. Neste processo de avaliação colhem-se dados continuamente que ajudam os vários intervenientes (alunos e professores) a definir estratégias de remediação no sentido de reorientar o seu trabalho com a finalidade de colmatar as falhas detetadas ou as aprendizagens não conseguidas. A expressão desta avaliação surge em forma de apreciação e, ou de comentários [Zabalza, 2002; Cortesão, 2002] e diz respeito às estratégias pedagógicas implementadas pelo professor.

¹¹ Avaliação sumativa – Avaliação que tem como finalidade representar de forma resumida, sistemática e concentrada, um sumário dos resultados obtidos numa situação educativa. Esta avaliação tem lugar em momentos específicos do processo de ensino e aprendizagem e o seu objetivo é determinar a distância a que se ficou de uma meta que se arbitrou com sendo o objetivo a atingir nesse processo [Zabalza, 2002; Cortesão, 2002; Alves, 2002] ocorrendo depois da ação de formação ou seja do processo de ensino e aprendizagem.

¹² Avaliação formadora – centrada no processo de ensino e aprendizagem, privilegia a auto e a coavaliação, valorizando o papel do aluno no processo de ensino e aprendizagem, ocorre durante a aprendizagem, tendo como função a autorregulação (Alves, 2002),

¹³ Autoavaliação- “Processo de metacognição, entendido como um processo mental interno através do qual o próprio toma consciência dos diferentes momentos e aspetos da sua atividade cognitiva” (Alves, 2002; Santos, 2002).

A avaliação sumativa, com o enfoque no professor é destinada essencialmente ao professor, tem como objetivo certificar as aprendizagens e verificar se os objetivos de formação foram atingidos, centrando-se nos produtos de aprendizagem tem a função de controlo. Esta avaliação destina-se aos pais na medida em que os informa dos resultados alcançados pelos filhos, destina-se à instituição pois possui valor certificativo, permitindo distinguir os alunos sendo a base da obtenção de diplomas e aos alunos uma vez que um dos seus objetivos é informá-los sobre o nível dos seus desempenhos.

A avaliação formativa, de caráter informativo, está associada ao ensino diferenciado (Brun, 1986). Integrando-se no processo de ensino (Allal *et al*, 1986), pretende contribuir para uma boa regulação das atividades de ensino e aprendizagem sendo essencialmente assegurada pelo professor (Alves, 2002). Baseia-se por um lado na regulação do dispositivo pedagógico (o professor modifica a ação ajustando as suas intervenções ao desenrolar do processo de ensino e aprendizagem) e por outro numa regulação da atividade do aluno, que tomando consciência das dificuldades, possibilita-o de corrigir os erros e ultrapassar as dificuldades. Há duas concepções dominantes de avaliação formativa, a behaviorista¹⁴ e a cognitivista¹⁵. A primeira, concepção behaviorista, está ligada à pedagogia por objetivos e à pedagogia de mestria, a segunda à metacognição.

A avaliação formadora baseia-se numa pedagogia centrada no aluno, propondo que o aluno participe na regulação das suas próprias atividades, aqui a autoavaliação tem um papel central. No dizer de Nunziati, citado por Alves (2002: p. 153) “a apropriação, pelos alunos, dos utensílios de avaliação dos professores e o domínio, consciente pelos alunos, das operações de antecipação e de planificação” são dois postulados fundamentais da avaliação formadora. O aluno deve então participar na elaboração dos critérios de avaliação e dos objetivos do professor.

Por outro, sendo a finalidade do processo de ensino e aprendizagem o aluno construir ativamente o seu conhecimento, a avaliação do sucesso da aprendizagem não se pode basear só nos produtos da aprendizagem (Grangeat, 2002), devendo ser examinado o progresso de cada aluno a nível do processo de aprendizagem, tendo em conta a evolução dos conhecimentos, das atitudes e dos valores que se reconhecem como *fundamentais* na construção do conhecimento, em situações de aprendizagem simples e complexas. Tanto a avaliação sumativa como a

¹⁴Concepção behaviorista da avaliação formativa- A progressão do aluno ocorre quando este atinge objetivos hierarquizados que definem as aprendizagens. A recolha de informações baseia-se nos resultados de aprendizagem que são comportamentos observáveis. A interpretação das informações baseia-se na comparação entre as performances observadas e os critérios pré estabelecidos (objetivos) e a adaptação das atividades de ensino e aprendizagem são sobretudo atividades pedagógicas de recapitulação ou remediação. Atribuindo-se mais atenção às condições externas da aprendizagem (estruturação do meios) que às condições internas (características cognitivas do aluno) (Alves, 2002).

¹⁵Concepção cognitivista da avaliação formativa- Nesta concepção os processos mentais mediadores do processo de aprendizagem são muito importantes. A recolha de informações recai sobre os processos de aprendizagem sendo o enfoque nos erros dos alunos. Na interpretação dos dados identificam-se as estratégias cognitivas que o aluno utiliza para responder e as origens do erro, sendo muito importante o erro uma vez que ele é o meio que leva o professor a compreender as dificuldades encontradas pelo aluno. A adaptação das atividades de ensino e aprendizagem visa promover novas possibilidades de tratamento da informação, levando à aprendizagem (Alves, 2002).

formativa são processos de regulação externos ao aluno dado serem da responsabilidade do professor. Mas, se se pretende que o aluno seja ativo no processo de ensino e aprendizagem então também ele deve possuir uma maneira de regular o seu progresso nesse processo. A autoavaliação, processo de regulação das aprendizagens interno ao próprio sujeito, tem neste contexto significado e sentido, uma vez que o aluno avalia o seu próprio progresso de aprendizagem e por isso pode melhorar as suas estratégias de aprendizagem (Santos, 2002). A avaliação deverá ter um carácter formativo, que facilite a regulação interativa das aprendizagens, de modo a que, tomado como base a recolha sistemática de dados relativos ao desenrolar dos processos de ensino e de aprendizagem, constitua um mecanismo regulador do processo educativo de construção do conhecimento, ao nível dos materiais pedagógicos, da atuação do professor como configurador do currículo e dos alunos. Os processos de avaliação deverão favorecer o conhecimento dos contextos, das situações e dos aprendizes (alunos), monitorizar os processos de ensino e aprendizagem por forma a serem obtidos dados que apoiem as tomadas de decisão, devendo ser partilhados por toda a equipa educativa (Leite, 2002). Neste sentido promove-se a valorização da avaliação como reguladora de aprendizagens, privilegiando a avaliação formativa a autoavaliação. No entanto considera-se que a avaliação sumativa, sendo pontual, pode ser útil em determinados contextos educativos (Fernandes, 2002).

1.4 O Currículo Nacional do Ensino Básico e Secundário: pressupostos, finalidades e políticas educativas

O Currículo Nacional do Ensino Básico e do Ensino Secundário foi publicado entre 2002 e 2003. As alterações de políticas educativas ao longo do tempo, bem como alterações da estrutura do próprio currículo (horas por disciplina, desaparecimento de disciplinas consideradas fulcrais para a sua implementação como o Apoio ao Estudo), e o surgimento de Metas Curriculares que complementam as Orientações curriculares existentes, tem sido alguns dos obstáculos à sua implementação plena.

O currículo Português é definido em diário da república como, o conjunto de aprendizagens e competências a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico, de acordo com os objetivos consagrados na Lei de Bases do Sistema Educativo, expresso em orientações aprovadas pelo Ministério da educação (Decreto – Lei 6/2001). As orientações definem o conjunto de competências¹⁶ consideradas essenciais e estruturantes no âmbito do desenvolvimento do currículo nacional, bem como os tipos de experiências educativas que devem ser proporcionadas aos alunos (DEB, 2001; Galvão e colaboradores 2001b e 2002). Pretende-se com o desenvolvimento de competências promover o desenvolvimento integrado de

¹⁶ Competência - saber em ação. O conceito de competência é entendido como a integração do conhecimento e de capacidades desenvolvidas, em situações complexas de aprendizagem (Perrenoud, 1997; Perrenoud, 1999; Gentile, 2000, Galvão, 2002).

capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas (Perrenoud, 1997 1999 e 2003; Gentile. 2000, DEB, 2001, Galvão, 2002).

As políticas curriculares, enquanto tradutoras de ideais apresentam-se como discursos reguladores e orientadores de práticas curriculares e expressam a intenção de construção de um determinado figurino de sociedade (Morgado, 2000a, 2000b). O currículo é assim, um texto que tem implícito a si um projeto de reprodução social, que tem como finalidade a produção da sociedade e da cultura que se deseja perpetuar (Gonçalves, 1991; Apple, 1999a e 1999b; Sá e Silva, 1999; Zabalza, 1997, Roldão 2003). Deste modo a ideologia implícita nele será a da sociedade no poder, sendo uma questão pertinente atualmente o facto do próprio currículo ter significado só para alguns grupos na sociedade, não se identificando as minorias com este. A política curricular enquanto discurso é sobretudo uma relação de poder. Quem legitima o conhecimento que é veiculado pela escola, perspectivada como um aparelho ideológico representativo do estado, é o próprio estado. No fundo, quando se questiona o currículo, como sendo representativo do conhecimento veiculado pela escola, é a problemática do conhecimento oficial que está em causa. “ Quem seleciona os objetivos educacionais? Com que legitimidade o faz?” Estas questões são levantadas por Apple (Apple, 1999a; Paraskeva, 2001), que considera que a fundamentação da seleção dos objetivos da educação deve assentar numa base cultural, ideológica, política cuja finalidade será promover a construção de uma sociedade mais justa socialmente. O currículo como construção social é visto como parte integrante de uma tradição seletiva que tem como base a perspectiva que quem está no poder tem sobre o conhecimento que entende como socialmente válido.

As políticas curriculares enquanto, documentos instrumentalizadores das intenções de uma determinada sociedade, como afirma Paraskeva, “assinalam a reconversão dos grandes ideais educacionais expressos nas políticas educativas, que enquanto práxis de ideologização do currículo delimitam os ritmos e os compassos do processo de ensino e aprendizagem”(Paraskeva, 2000: 39).

O discurso contido no currículo é o resultado de questões de natureza epistemológica (o que conta como conhecimento), política (quem efetua a seleção e como se efetua a distribuição de conhecimentos), económica (de que forma o controlo do conhecimento se encontra relacionado com a distribuição desigual do poder, bens e serviços existentes na sociedade), ideológica (qual o conhecimento mais valioso), técnica (como é que o conhecimento curricular se torna acessível aos alunos), estético (como ligar o conhecimento curricular com as significações pessoais e com a própria autobiografia dos alunos), ética (como tratar os outros com justiça e responsabilidade) e histórica (que tradições existem já no campo do currículo que nos permitem responder a estas questões) (Paraskeva, 2000 e 2001, Cachapuz, 2004). Tal como Maria do Céu Roldão refere, “ (...) o currículo é a arena política e social onde se joga a inclusão e a exclusão real dos indivíduos, qualquer que seja o poder ou poderes que subjazem à definição

e legitimação histórica e social de um dado currículo e da respetiva institucionalização em estruturas organizativas.” (Roldão, 2003, p. 18)

O conteúdo do currículo escolar tem variado conforme o público que se pretende atingir com a ação da escola. Sendo o currículo uma realidade socialmente construída que expressa determinados interesses e valores, produz e produz-se tendo em conta um discurso pedagógico, veicula regras de produção, distribuição, reprodução e transformação daquilo que realmente conta como texto pedagógico legítimo e que desta forma perpétua nas escolas determinado conhecimento, leva a que se equacione a quem pertence legitimamente esse conhecimento, “De quem é o conhecimento socialmente mais valioso”? (Apple, 1999 b).

Atualmente e face às discrepâncias entre os currículos de escolas Nacionais, face ao ranking das escolas e às avaliações internacionais nomeadamente o PISA, o currículo Nacional foi reforçado com metas curricular (Despacho n.º 15971/2012). Sendo referido neste despacho que “As Metas Curriculares identificam a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos em cada disciplina, por ano de escolaridade ou, quando isso se justifique, por ciclo, realçando o que dos programas deve ser objeto primordial de ensino. (...) as Metas Curriculares identificam os desempenhos que traduzem os conhecimentos a adquirir e as capacidades que se querem ver desenvolvidas, respeitando a ordem de progressão da sua aquisição”(MEC, 2012).

1.4.1 Diferenciação e flexibilização curricular

As questões da diferenciação e flexibilização curricular emergiram com mais clareza, a nível do discurso e das políticas educativas curriculares internacionais nas décadas de oitenta. A diversidade da população escolar, a ineficácia da escola face aos atuais públicos, a reprodução social associada à escola tradicional, a globalização económica, cultural e política são algumas das dificuldades que a escola enfrenta atualmente. Alguns documentos de política internacional, nomeadamente da UNESCO “Educação: Um tesouro a descobrir (1996), da Comissão Europeia “Livro Branco” sobre a educação e a Formação ao longo da Vida“ (1995) e da OCDE “The curriculum Redefined: Schooling for the 21st Century” (1994), referem a necessidade de melhorar a qualidade da educação face á diversidade de população escolar, assumem a preocupação com a excelência e a procura da equidade social, reconhecem o carácter multicultural das sociedades e o mercado de trabalho como outro fator que exerce pressão sobre os sistemas educativos. Simultaneamente dão ênfase à necessidade de preservar a coesão social e ao reforço da cidadania. Estes estudos referem ainda, o facto da exclusão social estar atualmente relacionada com o “ não ter aprendido”.

Os dilemas que se colocam atualmente no campo do currículo refletem a necessidade de articular a finalidade aculturadora e social do currículo, que é por natureza comum e uniformizadora, com os diversos percursos e vivências dos alunos. A diferenciação curricular

surgiu assim como uma forma adequada e eficiente de dar resposta satisfatória às questões que se tem levantado no seio das sociedades atuais (Roldão, 1999a). Segundo Maria do Céu Roldão, “(...) diferenciar significa definir percursos e opções curriculares diferentes para situações diversas, que possam potenciar, para cada situação, a consecução das aprendizagens pretendidas (...)” (Roldão, 1999a, p. 52). O conceito de diferenciação curricular tem assumido ao longo do tempo diferentes significados, sendo operacionalizado de diferentes modos consoante o sentido que lhe é atribuído. Diferentes níveis de operacionalização da diferenciação curricular podem ocorrer, tendo em conta os diferentes entendimentos da sua natureza e finalidades bem como da sua operacionalização. Esta pode ocorrer a nível político, a nível organizacional e a nível pedagógico-curricular (Roldão, 2003). A diferenciação de carácter político ocorre ao nível da organização do sistema educacional e das escolas, assim os sistemas organizam-se promovendo, no dizer de Maria do Céu Roldão, “vias *diferenciadas* de prosseguimento de estudos para grupos com proveniência e expectativas sociais diversas” (Roldão, 2003, p. 23). A diferenciação em termos organizacionais consiste na existência de diferentes níveis de exigência dentro de um mesmo currículo escolar, podendo os diferentes patamares de exigência ocorrerem ao nível dos objetivos de aprendizagem, dos conteúdos e da avaliação das aprendizagens, levando sempre a uma hierarquização pela instituição escolar dos alunos em termos de aprendizagens, conhecimentos e competência a adquirir (Diogo, 2000). O terceiro nível de operacionalização do conceito de diferenciação curricular ocorre a nível pedagógico-curricular e consiste, “na diferenciação de estratégias, percursos e modos de organização do trabalho de ensinar e aprender face a aprendizagens comuns “ (Roldão, 2003, p. 22). Implicando isto, “ (...) diferenciar as opções de cada escola para responder melhor ao seu público; diferenciar os projetos curriculares das turmas ou grupos de alunos para melhorar a aprendizagem; Diferenciar os modos de ensinar e organizar o trabalho dos alunos para garantir a aprendizagem bem-sucedida de cada um (...)”. (Roldão, 1999 a, p. 52). A diferenciação das práticas, do processo de ensino e aprendizagem e a reconceptualização do currículo face aos percursos de aprendizagem de diferentes alunos, surge como forma de conciliar a comunalidade de aprendizagens com a diversidade dos aprendentes. Elege-se assim como prioridade das escolas o desenvolvimento de competências (Perenoud, 2003).

O processo de ensino e aprendizagem à semelhança dos seres vivos tem a possibilidade de funcionar de acordo com o princípio da equifinalidade, segundo o qual os estados finais não são determinados de forma unívoca pelos estados iniciais. No caso do processo de ensino e aprendizagem, estados iniciais semelhantes (mesmo nível de conhecimentos dos alunos e os mesmos recursos materiais) podem corresponder a pontos de chegada diferentes. Reciprocamente, um estado final semelhante pode ser atingido a partir de estados iniciais diferentes, ou segundo percursos e processos também diferentes. A aplicação do conceito

sistêmico¹⁷ de equifinalidade permite questionar assim as políticas educativas que visam a uniformização curricular, e propor uma política educativa que se alicerce na flexibilização e gestão curricular.

O discurso de diferenciação pedagógica e o conceito de flexibilização curricular, no entanto não dão resposta a algumas questões que se levantam no plano da adequação do ensino à diversidade dos aprendentes tendo em conta as suas diferentes vivências e processos de construção dos conhecimentos, no plano da organização das escolas e da organização do trabalho dos docentes (Roldão, 2000).

1.4.2 Adequação e flexibilização curricular

Face às mudanças ocorridas a vários níveis nomeadamente a nível das tecnologias de informação, da quantidade de informação disponível, da massificação da escola com o risco de triagem prematura no percurso de alunos já em desvantagem escolar e do papel da escola na possível reprodução da estratificação social (Apple, 1997; Perrenoud, 1995), levantou-se a questão da flexibilização curricular e da necessidade de, a par com a contextualização significativa das aprendizagens curriculares para cada aluno (adequação curricular), se promoverem níveis de aprendizagens e competências elevadas (Roldão, 2000 e 2003).

Os princípios da diferenciação pedagógica e da adequação na gestão curricular estão estreitamente ligados à necessidade de se prestar mais atenção ao percurso e evolução de cada aluno, assim como ao desenvolvimento da sua autonomia no processo de ensino e aprendizagem (Abrantes, 2002; Roldão, 1999).

A adequação curricular está diretamente relacionada com as características psicológicas dos alunos. Adequar pressupõe então compreender os mecanismos cognitivos, culturais, afetivos dos alunos. A sua operacionalização implica promover estratégias de ensino e aprendizagem que se enquadrem no perfil psicológico do aluno, pretendendo-se que a aprendizagem ocorra e seja significativa (faça sentido para o aluno) (Roldão, 1999a). Ensinar é antes de mais fazer o aluno aprender. Por isso diferenciar atividades e estratégias, inserir a aprendizagem das disciplinas formais nos contextos dos alunos e em projetos curriculares significativos, perceber o modo como leem o mundo para que possam ter acesso a novas leituras, são outras tantas vias para gerar aprendizagens de níveis próximos entre alunos.

O conceito de flexibilização curricular traduz a ideia de se organizar as aprendizagens de forma autónoma tendo em conta o contexto dos alunos tendo sempre em consideração, na perspetiva de Roldão, “ (...) a clareza e delimitação das aprendizagens pretendidas e a possibilidade de organizar de forma flexível a estrutura, a sequência e os processos que a elas

¹⁷ De acordo com a análise sistémica, o sistema constitui uma entidade distinta da soma dos seus componentes.

conduzem. (...) só é possível flexibilizar dentro de um quadro referencial muito claro, definido em função das aprendizagens pessoal e socialmente necessárias. (...) ” (Roldão, 1999a, p. 54).

Um currículo pode ser considerado como o conjunto de pressupostos de partida, das metas que se desejam alcançar e dos passos que se dão para as alcançar. O currículo é também o conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e ações desenvolvidas que são consideradas importantes para serem trabalhados na escola (Zabalza, 2003). Construir um currículo significa então identificar que habilidades, hábitos, juízos de valor e formas de conhecimento são necessárias para que os alunos se integrem adequadamente na sociedade (Bobbitt, 1918). Por isso compreende-se, no dizer de Roldão, que “ (...) o currículo nacional ou o *core curriculum* – contenha sempre uma dimensão de projeto em sentido lato, por referência ao nível de um sociedade ou grupo. O currículo nacional corporiza um projeto curricular de uma sociedade, nas suas grandes linhas. (...) ” (Roldão, 1999 a, p. 44). Um currículo é então um projeto educativo e didático (Scurati, 1982; Roldão 1999 a) realizado em situação escolar e operacionalizado através das competências profissionais dos professores¹⁸. Cabe ao professor a função de implementar o currículo em sala de aula, podendo o professor ter diferentes graus de intervenção. O professor, consumidor de currículos (Wulf e Schave, 1984), pode ser somente um executor do plano curricular acomodando-se aos materiais elaborados e às suas sugestões, não assumindo o papel de construtor do currículo. Mas o professor pode assumir o papel de construtor de currículos atuando ao nível da diferenciação e gestão curricular, devendo o aluno ser o fator de regulação do currículo (Roldão, 1999 a e 1999 b), sendo neste contexto que a adequação curricular¹⁹ tem significado. Adequar implica agir sobre algo (o currículo) para alguém (os sujeitos), englobando duas dimensões, o currículo e sujeito, que se interrelacionam.

A operacionalização do currículo implica sempre o estabelecimento de programas e de programação. Tal como Maria do Céu Roldão refere, “Qualquer currículo ou projeto curricular requer Programas e programação, no sentido de definição e previsão de campos de desenvolvimento, linhas de organização e métodos de aprendizagem. Mas os programas (...) são sempre apenas instrumentos do currículo.” (Roldão, 1999 a, p. 45). Os programas devem-se construir, desenvolver e reconstruir de modo a possibilitarem o alcançar das finalidades curriculares. O currículo assume um duplo significado, se por um lado é o corpo de aprendizagens que se quer fazer adquirir, por outro é o modo, o caminho, a organização, a metodologia que se coloca em marcha para o conseguir. O currículo de um país corporiza a opção organizativa e metodológica que se faz, num dado contexto, tempo e circunstância, para conseguir as aprendizagens pretendidas.

¹⁸Neste sentido o professor é um técnico do currículo, isto é, é um especialista conhecedor da educação e da escola bem como do desenvolvimento curricular (Scurati, 1982).

¹⁹Adequação curricular - Conjunto articulado de procedimentos pedagógico- didáticos que visam tornar acessíveis e significativos, para alunos em situações e contextos diferentes, os conteúdos de aprendizagem propostos num dado plano curricular (Roldão, 1999).

1.4.3 Organização do currículo das Ciências Físicas e Químicas

O currículo do ensino básico (DEB, 2001), está dividido em três ciclos, mas perspectiva-se como uma unidade global. Esta unidade concretiza-se através da articulação dos ciclos numa sequência progressiva, em que cada um deles tem por função completar, aprofundar e alargar o ciclo anterior. O que implica um desenvolvimento/crescimento de “saberes em ação” em espiral desde o 1º ciclo até ao 3º ciclo.

O currículo do ensino básico converge para três dimensões educativas essenciais, a formação pessoal nas suas vertentes individual e social, a aquisição de saberes/ capacidades fundamentais (competências) e habilitação para o exercício da cidadania responsável - literacia²⁰. Pretende-se, como meta final deste currículo, desenvolver competências gerais, consideradas essenciais para o envolvimento responsável do indivíduo na sociedade (DEB, 2001).

O suporte teórico deste projeto de construção de um cidadão responsável, atento e empreendedor, é uma pedagogia de desenvolvimento integrada, em que a promoção de atitudes e valores assume papel nuclear e em que o domínio das competências sobreleva e simultaneamente, condiciona a aquisição de conhecimentos. Mas esta nova visão traduz-se numa nova relação pedagógica e em novas metodologias do processo de ensino e aprendizagem.

O aluno constrói o seu conhecimento com a ajuda do professor. O professor acompanha o processo de aprendizagem, tendo o papel importante de despertar o aluno para o mundo que o rodeia, ajuda-o a observar, interpretar e compreender o que o rodeia, orienta o aluno nesse processo e assim ajuda o aluno na construção do seu conhecimento.

O Papel do aluno na aprendizagem das ciências será a aquisição de conhecimentos, o desenvolver e apropriar-se de processos/ procedimentos básicos providos de elementos de compreensão, interpretação e resolução de problemas, o desenvolver capacidades de pensamento e de atitudes. O aluno terá uma papel ativo uma vez que será ele a construir o seu conhecimento sendo uma das partes dinamizadoras do processo de ensino e aprendizagem. O Papel do professor no ensino das ciências é também preparar jovens para enfrentar o mundo em constante evolução, desenvolvendo as competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes perante a ciência, cultivando simultaneamente a literacia dos jovens. O Professor é um veículo de transmissão de saberes e um formador de cidadãos conscientes e participativos.

O currículo Português das Ciências Físico naturais insere-se no modelo de currículo como auto - realização e currículo experienciado. O currículo foi concebido como uma orientação para os professores em termos de competências essenciais e dos tipos de experiências educativas que se devem propor aos alunos, independentemente dos temas ou disciplinas.

²⁰Literacia: conjunto de saberes (cultura geral científica) que todos devem desenvolver, para poder decidir conscientemente com base em pressupostos racionais justificados (Aikenhead, 2002).

Centra-se no aluno, e em aprendizagem ativas realizadas pelo mesmo. Pretende dar uma ideia unificadora das ciências reunindo as Ciências biológicas, químicas e físicas numa disciplina denominada Ciências Físicas e naturais. Este currículo tem como uma das suas finalidades o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, e isso implica necessariamente o desenvolvimento de competências em vários domínios. O desenvolvimento das competências é essencial para os alunos adquirirem a “linguagem das várias ciências”, bem como os apetrechos para efetuar decisões e/ou assumir posicionamentos de natureza ética, em relação a questões que integrem as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental de forma responsável e consciente. Pretende-se formar pessoas cientificamente *literadas*. As ferramentas a utilizar para desenvolver e alcançar a literacia Científica serão as competências essenciais, e a linguagem a adquirir será a linguagem universal das ciências, nomeadamente atitude científica, espírito investigativo, conhecimento epistemológico.

1.4.3.1 Competências essenciais para a literacia científica dos alunos no final do ensino básico

As finalidades das ciências no ensino básico são o desenvolvimento de competências. As competências específicas a serem desenvolvidas ao longo do ensino básico pertencem a diferentes domínios como o do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes (DEB, 2001).

Todas as competências estão interligadas, podendo ser desenvolvidas várias competências com uma experiência educativa. Cabe ao professor planificar as atividades diárias (experiências de aprendizagem) e objetivar que competência (s) pretende desenvolver.

O desenvolvimento das competências essenciais no ensino básico ocorrerá em torno de quatro temas organizadores: *Terra no espaço*, *Terra em transformação*, *Sustentabilidade na Terra* e *Viver melhor na Terra*. (DEB, 2001).

No currículo das Ciências do ensino básico, bem como no documento das orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico, salienta-se a importância de explorar os temas numa perspetiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (DEB, 2001; Galvão e colaboradores, 2001 b e 2002).

1.4.3.2 Finalidades do ensino das ciências Físicas e Químicas no final do ensino Secundário

As finalidades da disciplina de FQ-A no ensino secundário são:

- Compreender alguns fenómenos naturais com base em conhecimento físico e/ou químico
- Conhecer marcos importantes na História da Física e da Química

- Desenvolver aprendizagens importantes no que respeita à formação no domínio da Ciência,
- Compreender o contributo das diferentes disciplinas para a construção do conhecimento científico, e o modo como se articulam entre si
- Desenvolver a capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas
- Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final
- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito
- Ser crítico e apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente
- Desenvolver competências sobre processos e métodos da Ciência, incluindo a aquisição de competências práticas/laboratoriais/experimentais.

As Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas são competências do tipo processual, competências do tipo conceptual e competências do tipo social, atitudinal e axiológico (Programa de Física e Química A, 2001).

No programa do décimo 10º ano refere-se que “de acordo com o documento “Revisão Curricular do Ensino Secundário, ”a *Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional. (...)*” (Programa 10.º ano ou 11.º ano, 2003, p.3). Refere ainda, “pretende-se que através desta disciplina os alunos possam:

- Aumentar e melhorar os conhecimentos em Física e Química
- Compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental
- Compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento (científico) em Física e Química
- Desenvolver capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade
- Desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e da Sociedade
- Compreender a cultura científica (incluindo as dimensões crítica e ética) como componente integrante da cultura atual

- Ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos
- Sentir-se melhor preparados para acompanhar, no futuro, o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular o veiculado pela comunicação social
- Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)
- Avaliar melhor campos de atividade profissionais futura, em particular para prosseguimento de estudos.”

(Programa Nacional FQA, 2001, p. 6)

Os intervenientes no currículo de ciências e as suas inter-relações bem como as contextualizações são complexos, podendo destacar-se alguns que estão diretamente ligados à atividade diária do professor quando planifica as atividades letivas, Figura 1-2.

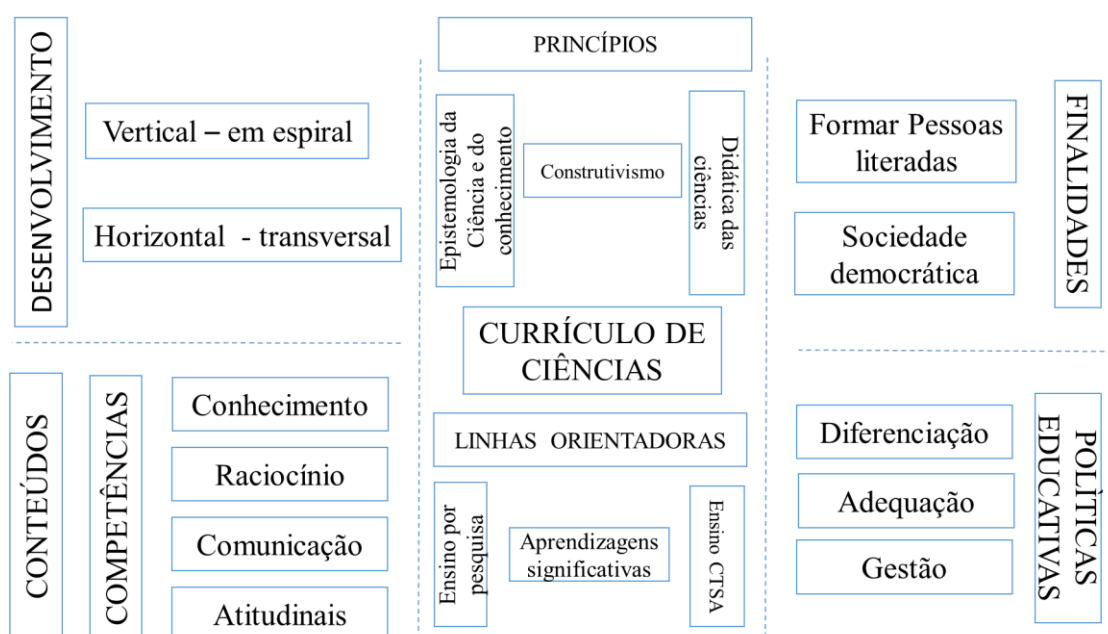


Figura 1-2 Diferentes domínios que se interligam no currículo de ciências. Destacam-se os conteúdos a ser desenvolvidos pelos alunos (competências), as implicações dos domínios de autonomia do professor e as políticas educativas (diferenciação curricular, adequação e gestão curricular), princípios didáticos epistemológicos e psicológicos (construtivismo).

Tendo em atenção que as políticas educativas apelam a uma contextualização das experiências de aprendizagem bem como ao recurso de um ensino numa perspetiva CTSA, em que a aprendizagem só é significativa se o aluno a vivenciar, foi proposta a presente investigação.

1.5 O professor, a avaliação e a gestão curricular

O processo de gestão curricular incorpora em si a dimensão avaliativa (Roldão, 1999a). O campo da avaliação curricular abarca vários elementos, sendo a avaliação dos resultados de aprendizagens dos alunos apenas um entre muitos (Freitas, 1997). É a avaliação, instrumento estratégico fundamental para o processo de gestão curricular, que permite diagnosticar, prever reformular e reorientar os projetos. Ela é tanto mais relevante quanto mais autónomas forem as escolas na sua gestão do currículo.

A relevância que a avaliação tem na construção de sucesso ou insucesso escolar e a repercussão que tem no futuro do aluno, justifica que os professores reflitam sobre as práticas de avaliação e sobre os desafios que a sociedade de hoje impõe. Atualmente a avaliação e os métodos utilizados para a realizar, são um aspeto muito importante no desenvolvimento curricular. Os métodos utilizados para avaliar os alunos permitem elucidar sobre as opções valorizadas pelo sistema educativo (Fernandes, 2002; Cunha, 2002), definem implicitamente as diretrizes educativas e influenciam a ação dos professores e as aprendizagens dos alunos. Compreender as práticas de avaliação é então fundamental para compreender o processo de ensino e aprendizagem (Pacheco, 1995). Como afirma Fernandes “(...) a investigação tem revelado que a sobrevalorização dos resultados de avaliação empobrece e limita o currículo, tendo como consequência inevitável a pressão para o conformar aos objetivos avaliados, ainda que estes sejam limitados. (...)” (Fernandes, 2000b, p. 93). Alguns estudos revelam que as práticas de avaliação, essencialmente baseadas em testes e exercícios escritos, estão associadas a um padrão unidimensional de organização e funcionamento da sala de aula (Rosenholtz e colaboradores, 1984). Assim, no processo de gestão curricular, a avaliação além de muito útil ganha relevo, sendo importante que os dispositivos de avaliação cumpram quatro funções: Operatória, permanente, participativa e formativa. A avaliação deve ser orientada para a ação e para a tomada de decisões, sendo o carácter operacional da avaliação estratégico para o aperfeiçoamento da gestão curricular.

A avaliação deve ser permanente, funcionado ao longo do processo de gestão curricular, o que implica que o professor construa e disponha de dispositivos simples, eficazes e exequíveis de acompanhamento e regulação do processo de gestão curricular. Deve ser participativa, associando os professores, os alunos e os pais dos alunos às práticas de avaliação de forma a facilitar a interpretação dos resultados. Finalmente deve ser formativa, criando condições para uma aprendizagem mútua entre os professores e os alunos, através do diálogo e da tomada de consciência individual e coletiva.

A gestão curricular remete-nos para o domínio das representações do que significa educar, do papel do professor enquanto decisor e do papel que a escola pode e/ou deve ter nesse processo (Roldão, 2000; Daniel, 2003). Ela é inerente a qualquer prática docente (Roldão 1999),

sendo um processo de tomada de decisões orientadas para as metas que se pretendem atingir. Implica avaliar as necessidades (analisar a situação que se apresenta e confrontá-la com aquilo que se pretende conseguir), identificar caminhos possíveis para atingir as finalidades e a decisão de optar por um. Esta decisão deve ser acompanhada de observação atenta e avaliação constante possibilitando que se introduzam ajustes durante o processo. A gestão curricular pressupõe também o estabelecimento de diferentes vias (diferenciação curricular) para alcançar as aprendizagens desejadas e requer um equilíbrio constante entre o modo de diferenciação que se escolhe e as finalidades que se pretendem atingir. Neste contexto quando o professor toma decisões é importante que ele saiba responder a questões como *O que ensinar? Para quê ensinar “tal coisa”?* e *Para quem se destina o currículo que constrói?* As respostas a estas questões são operacionalizadas nas decisões curriculares que cada professor toma.

O Papel de decisor e gestor curricular implica decidir e gerir o *quê* e o *como* das aprendizagens em função da utilidade para os alunos. Mas estas decisão implicam conhecer “o campo” onde estas serão aplicadas, o mesmo é dizer, conhecer o conceito de currículo que vigora na escola, a sua organização, as formas de liderança nesta, o que se espera dos professores, a forma de colaboração entre professores e como se avaliam os resultados (Roldão, 1999a). O processo de gestão implica planificar²¹, ou seja, planejar uma ação, prever contingências e preparar respostas caso a caso, tendo sempre em atenção o efeito das decisões tomadas sobre a qualidade das aprendizagens dos alunos. Planificar na sua conceção cognitiva é uma atividade mental do professor que se refere ao conjunto de processos psicológicos através dos quais este define uma linha de orientação e para a qual faz um inventário de fins, meios e dos passos que deve seguir para os atingir. A principal função da planificação é a de transformar e modificar o currículo para o contextualizar a cada situação de ensino (Roldão, 1999a). O desenvolvimento curricular é a operacionalização da planificação.

Critérios como o pluralismo, a continuidade, a integração, a alfabetização cultural a abertura, tem sido referidos como importantes para o desenvolvimento curricular (Zabalza, 1992). Um modelo formativo plural não pode dar lugar a um currículo rígido, mas pelo contrário conduz a uma escola não apenas de aprender, mas de aprender a aprender, da diversificação de técnicas de ritmos e processos. Um desenvolvimento curricular que promova a continuidade é capaz de integrar num processo unitário e contínuo, o processo formativo de cada sujeito. Pela natureza da escola básica, o currículo básico deve promover e criar bases socio-afetivas e cognitivas necessárias para que as aprendizagens ocorram com sucesso, facultando os instrumentos indispensáveis para a sua formação como pessoas.

²¹ Planificar (conceção cognitiva) é uma atividade mental que consiste num conjunto de processos psicológicos básicos, através dos quais a pessoa visualiza o futuro, faz um inventário de fins e meios e constrói um marco de referência que guie as suas ações. (Zabalza, 1992)

Na figura seguinte apresentam-se os alguns dos intervenientes no processo educativo e as suas interligações, Figura 2-2.

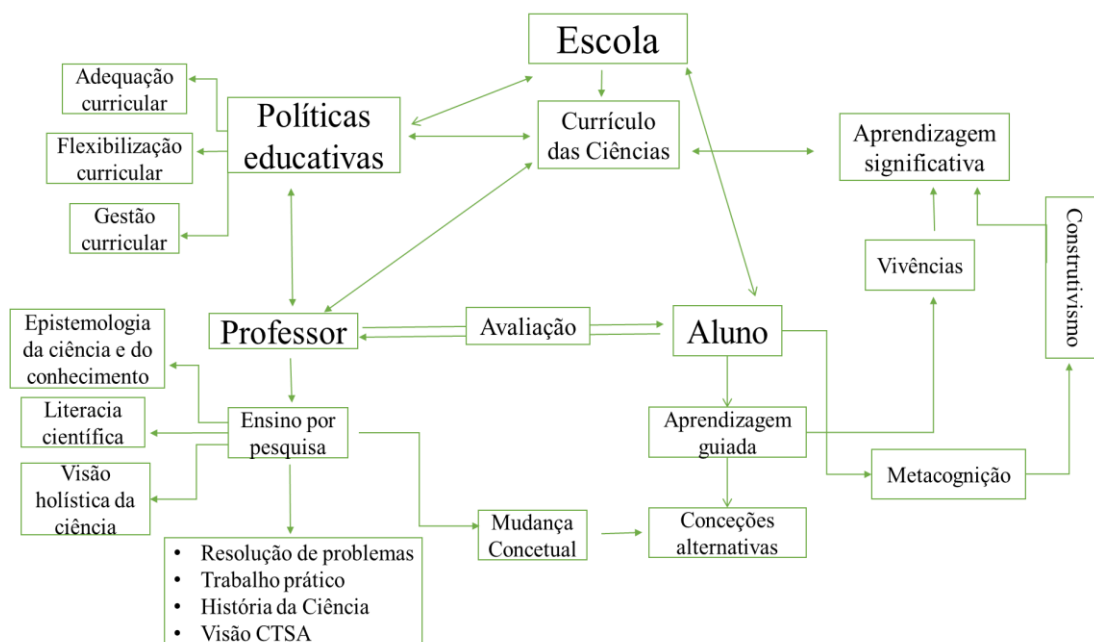


Figura 1-3 Alguns dos intervenientes no processo educativo referidos no texto anterior e as suas interligações. Destacam-se os domínios das políticas educativas e os princípios epistemológicos, didáticos e psicológicos bem como as linhas orientadoras do Currículo Nacional de ciências.

As diferentes conceções e abordagens dos conteúdos de aprendizagem e os diferentes papéis atribuídos aos alunos no processo de ensino e aprendizagem implicam modelos curriculares (modelos de escola) diferentes, conforme o tipo de incorporação dos conteúdos no desenvolvimento curricular se centre na própria natureza dos conhecimentos (matérias, disciplinas, aprendizagens) ou na sua função durante o processo de ensino e aprendizagem (Schiro, 1978).

Que papel desempenham os conteúdos no desenvolvimento curricular? Definir dos conteúdos a integrar no currículo não se resume a, *o que ensinar?* Esta decisão está relacionada com opções já tomadas a quando da identificação das necessidades:

- *Qual o objetivo da Escola?*
- *Que organização esta apresenta, disciplinas ou áreas disciplinares?*
- *Qual a importância de cada disciplina?*
- *O que ensinar naquela turma dado o contexto da mesma?*

Os conteúdos são assim espaços de tomada de decisão, relativamente à sua seleção, sequenciação e organização funcional. No atual currículo de ciências, os conteúdos a ser desenvolvidos são as competências essenciais referidas no Capítulo 1| 1.4.3.1, cabendo ao professor adaptar as metodologias de ensino que lhe permita alcançar as finalidades do mesmo.

1.6 Contextualização do trabalho de investigação

O trabalho de investigação realizou-se numa turma do 11.º primeiro ano na disciplina de (Física e Química A). Pretendeu-se utilizar algumas das estratégias propostas no CN para a área da Física, recolher dados, analisar os resultados e refletir sobre os resultados obtidas após a sua aplicação.

No currículo Nacional do 11º ano a componente de Física, “pretende ser um instrumento com que os alunos possam alcançar um modo de interpretação do mundo que os rodeia e de compreender como esse conhecimento foi sendo conseguido” (Programa de Física e Química A 11.º ou 12.º ano, 2003, p. 56) sendo referidos como objetivos a alcançar pelos alunos no tema “Movimentos na Terra e no Espaço” os seguintes:

- Identificar a trajetória de um corpo como o conjunto de pontos ocupados sucessivamente pelo seu centro de massa, durante o movimento;
- Explicitar o significado da velocidade instantânea como uma grandeza vetorial que informa a direção e sentido do movimento e a rapidez com que o corpo muda de posição;
- Representar a velocidade por um vetor tangente à trajetória em cada instante;
- Identificar alterações de velocidade sempre que esta mude de direção, sentido, ou módulo;
- Interpretar gráficos posição-tempo que traduzam situações reais e a partir deles estimar e determinar valores de velocidade;
- Esboçar gráficos posição-tempo e velocidade-tempo com base em descrições de movimentos ou em medidas efetuadas; (...)
- Interpretar gráficos $x(t)$ e $v(t)$ em situações de movimento retilíneo uniformemente variado e estabelecer as respetivas expressões analíticas
- Interpretar gráficos $v(t)$ e $x(t)$ para o movimento retilíneo e uniforme e estabelecer as respetivas expressões analíticas. (...)
- Resolver exercícios e problemas sobre os movimentos estudados, privilegiando a interpretação de gráficos. Recomenda-se a utilização da calculadora gráfica e de programas de simulação.
- Identificar e representar as forças que atuam em corpos em diversas situações reais
- Confrontar a interpretação do movimento segundo as leis de Newton com os pontos de vista de Aristóteles e Galileu

(Programa de Física e Química A 11º ou 12º ano, p. 61-63)

Estes temas foram anteriormente abordados, de uma forma simples no ensino básico. Tendo os autores da componente de Física alertado para o facto de que “Para o prosseguimento

do estudo da Física no 11º ano, considera-se essencial que os alunos possuam pré-requisitos que constituirão o suporte do aprofundamento que se pretende atingir neste ano. Os conhecimentos, identificados nas orientações curriculares das Ciências Físico - Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico, são os seguintes:

- Unidades SI de comprimento e tempo
- Escalas. Unidades de distância em Astronomia
- Velocidade e aceleração. Unidades SI.
- Análise de gráficos $d = d(t)$ e $v = v(t)$
- Cálculos de velocidades médias e acelerações médias.

(Programa de Física e Química A 11º ou 12º ano, p. 64)

Também nas Metas de Aprendizagem proposta para as Ciências Físico-Químicas, no Domínio “Viver melhor na Terra” é referida a seguinte aprendizagem na área da cinemática “O aluno relaciona as grandezas cinemáticas para caracterizar os movimentos, a partir de gráficos $v=f(x)$, $x=f(t)$, $v=f(t)$, $a=f(t)$ e $F=f(t)$ e/ou a partir de valores numérico; interpreta corretamente informação de movimentos simples de corpos, descrita e/ou traduzida em gráficos.” (MEC, Metas curriculares, 9.º ano, 2014).

1.7 Âmbito do trabalho

O projeto de investigação que se encontra na base desta dissertação de Mestrado, realizou-se no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e da Química e teve como objetivo criar conhecimento e investigar a aplicação de programas de simulação (Modellus) e a utilização de Trabalho de pesquisa em História da Ciências, como meio possível de cativar e facilitar o entendimento dos alunos a Física.

Com a finalidade de promover aprendizagens significativas nos alunos do 11º ano e tendo como objetivo principal o desenvolvimento de competências processuais, que se baseia na utilização de Software que permita aos alunos uma maior compreensão da física do quotidiano aumentando a sua literacia científica, desenvolveu-se este trabalho de investigação cujos pilares são o programa da disciplina de Física e Química A (ano 2) e um programa de simulação/modelação, o Modellus. O trabalho foi desenvolvido em duas partes, numa primeira parte todos os alunos apreenderam a trabalhar com o Modellus partindo de situações reais tendo-se usado a prática laboratorial para o efeito, numa segunda a turma foi dividida em dois grupos, um grupo utilizou a Modellus como ferramenta de trabalho, o outro efetuou trabalho de pesquisa. Ambos os grupos realizaram a segunda parte o trabalho como atividades extracurriculares ligadas à construção, interpretação e compreensão de gráficos de movimentos ou à evolução dos conceitos de força e a sua relação com o movimento.

2 Revisão da literatura

A abordagem tradicional do ensino das ciências baseia-se em pressupostos psicopedagógicos que consideram que a aprendizagem ocorre através de um processo de acumulação de informações, cuja compreensão é avaliada em termos da sua capacidade de memorização. Neste processo de ensino e aprendizagem o aluno tem um papel passivo sendo visto como um depositário de conhecimentos, neste sentido instruir-se é acumular dados sobre a realidade (Almeida, 2002). Os fundamentos epistemológicos de cariz empirista-indutivista consideram que sendo os conhecimentos baseados em factos objetivos traduzem a realidade, são produtos acabados, certos e infalíveis e por isso inquestionáveis e não problemáticos (Pope e Gilbert, 1983). Neste contexto o ensino das ciências dá então ênfase à instrução formal de um conjunto de conhecimentos bem definidos.

O desenvolvimento de teorias psicológicas da aprendizagem de cariz cognitivista como o construtivismo e de aparecimento uma nova filosofia da Ciência veio abalar esta abordagem da educação em ciências, que foi alvo de críticas sobre os seus pressupostos teóricos e eficácia em termos de aprendizagem em ciências (Schwab, 1969; Schiro, 1978; Layton, 1994; Nóvoa, 1999).

Uma nova abordagem centrada no aluno e na aprendizagem dos produtos e processos da ciência emergiu, dando ênfase aos processos e atitudes científicas, baseando-se na aprendizagem por “descoberta”, sem no entanto abandonar as teorias behavioristas. Esta abordagem manteve os pressupostos empirista-indutivistas sobre a natureza da ciência e os seus processos de produção. O ensino das ciências baseava-se organização de atividades, onde a partir de dados certos e objetivos e utilizando o “método científico” era possível descobrir conceitos e leis. Este modelo no entanto falhou no que se refere à aquisição de conhecimentos, á compreensão da natureza da ciência e à aprendizagem dos próprios processos da ciência (Cabanias, 1995).

Face ao fracasso desta abordagem, foram propostas renovações curriculares e metodológicas da educação em ciências fundamentadas em princípios da epistemologia contemporânea e da psicologia cognitivista (perspetivas construtivistas). Novas preocupações relativas à aprendizagem e ensino das ciências nomeadamente no que respeita à construção do conhecimento, concepções sobre a natureza da ciência e da atividade científica, ao tipo de trabalho prático utilizado, às experiências de aprendizagem propostas, à perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e à literacia científica foram assumidas como sendo essenciais aos currículos de ciências.

Algumas propostas consideram que o ensino das ciências deve ser centrado no aluno e nas suas vivências, surgindo o currículo como projeto contextualizado e diferenciado, mas balizado por núcleos essenciais de aprendizagens indispensáveis para uma vivência em sociedade. A construção do currículo centrar-se-á em torno de questões como sejam a diferenciação das propostas curriculares articuladas em torno de metas comuns, como a aquisição de níveis desejáveis de competências nos domínios abrangidos pela aprendizagem escolar, como a ancoragem das práticas curriculares em referentes e contextos significativos para todos os que frequentam a escola promovendo-se o discurso da contextualidade (Roldão, 1999). O desenvolvimento curricular assume-se como um processo de decisão e gestão curricular.

2.1 Teorias de ensino e aprendizagem

O desenvolvimento da psicologia, no séc. XX influenciou as concepções de construção do conhecimento e o modo de o transmitir. Recebendo contributos de vários campos do saber podem distinguir-se duas correntes de concepções do conhecimento, a concepção tradicional exógena- centrada no mundo, que tem contributos de Aristóteles, Skinner entre outros, destacando-se nesta corrente as teorias psicológicas behavioristas. Na corrente do conhecimento de concepção endógena (centrada na mente), que tem as contribuições de Piaget, Vygotsky, Bruner e Ausubel destaca-se a teoria psicológica do construtivismo (Almeida, 1996; Ausubel, 2003; Bruner, 1998; Vygotsky, 1989).

O termo construtivismo, utiliza-se com três aceções, a psicológica²², a epistemológica²³ e a didática²⁴ (Astolfil, 2002). Piaget considera a criança um organismo em desenvolvimento, que passa por mudanças contínuas e progressivas, que ocorrem numa determinada ordem (estágios cognitivos biológicos) o que permite o surgimento de novas estruturas. O desenvolvimento da criança é também função do meio em que a criança se encontra. Os processos mentais tem origem na interiorização de operações cognitivas. Contudo se o conhecimento é o resultado da atividade construtivista do sujeito, este não se desenvolve fora da sociedade, por isso Vygotsky considera que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta. Os processos mentais superiores (pensamento verbal, memória lógica, atenção seletiva, entre outros) são gerados por atividades mediadas socialmente. Esta mediação pode ser

²²Em psicologia este termo opõe-se ao ponto de vista behaviorista e refere-se ao modelo que considera que a aprendizagem do sujeito ocorre quando este é confrontado com a resolução de um problema. Aqui se inclui o modelo piagetiano da psicologia genética (este modelo examina a construção de invariantes operatórios, de carácter geral no decurso do desenvolvimento cognitivo) ou o modelo de tratamento da informação (este modelo privilegia os mecanismos desencadeados durante a resolução de cada tipo de problema) (Astolfil, 2002).

²³ Em termos epistemológicos o ponto de vista construtivista opõe-se ao empirista e positivista. Diz respeito á concepção que fazemos do objeto do saber, da relação entre os dados empíricos (factos) e as construções teóricas (leis, princípios, teorias). Este ponto de vista baseia-se e enfatiza o fato da ciência ser uma construção Humana (Astolfil, 2002).

²⁴ No domínio da didática este termo implica procedimentos de ensino que colocam o aluno no centro da aprendizagem, deste modo o construtivismo opõe-se ao ensino transmissivo (Astolfil, 2002).

feita através de uma ferramenta material, de um sistema de símbolos ou do comportamento de outro indivíduo e origina uma atividade intelectual que passa sempre por um estágio que envolve colaboração social. O reconhecimento, de que certas formas de pensar, certos mediadores ou certas linguagens sociais sejam mais apropriados e eficazes em certos contextos, envolve uma atitude psicológica de reconhecer esses contextos e privilegiar determinados mediadores (Wertsch, 1991, Astolfil, 2002). Vygotsky considera tal como Piaget que a construção da inteligência ocorre pela ação do indivíduo. Tendo uma abordagem cognitivista do desenvolvimento pelo método experimental, Vygotsky considera no entanto decisivo o papel da transmissão social atribuindo muita importância à mediação entre pares. Para este autor, se por um lado a aprendizagem é contínua e ocorre durante toda a vida da criança - a aprendizagem atual recebe influências de aprendizagens anteriores e por sua vez vai influenciar as aprendizagens futuras, por outro a eficácia da aprendizagem depende das relações interpessoais que a criança estabelece com o meio que a rodeia (objetos e principalmente pessoas de quem recebe pistas para construir o seu conhecimento, formulando ou reformulando conceitos). Por isso considera que o processo de aprendizagem da criança é histórico-social (Delgado, 2003).

Um dos psicólogos que difundiu as ideias de Vygotsky, foi Jerome Bruner. Este psicólogo insiste no facto de ser o adulto a fornecer à criança utensílios mentais “caixa de ferramentas”, entre os quais a linguagem que tem um papel fundamental uma vez que as relações da criança com o mundo (sociedade) são mediadas pela linguagem. Bruner, tal como Vygotsky, dá ênfase a construção dos saberes num contexto social, no qual a mediação de tutela é privilegiada (Bruner, 1998; Astolfil, 2002).

2.1.1 Construtivismo: uma Teoria de aprendizagem

No domínio didático, na perspetiva construtivista, o aluno é um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem e na construção do conhecimento, sendo possuidor de vivências e objetivos próprios que lhe permitem interagir com o meio físico e social e que condicionam de forma decisiva, as novas aprendizagens. Cada sujeito tem sistemas cognitivos próprios que são dotados de lógica e coerência interna, sendo comandados por condições intrínsecas ao próprio indivíduo. Em consequência desse facto o sujeito percebe o mundo com um filtro através do qual capta os dados e em função do qual seleciona interpreta, atribui significados, comunica, constrói e reconstrói o seu conhecimento. A construção de um novo conhecimento a partir de estruturas prévias cabe ao sujeito, sendo então a aprendizagem uma contínua ampliação de conhecimentos, que se incorporam na estrutura cognitiva relacionando-se com o conhecimento anterior já existente nessa estrutura. Este conhecimento prévio é diferente em cada sujeito e modifica-se em função das experiências pessoais e sociais de cada um. Nesta

perspetiva é fundamental que o conhecimento seja significativo para o sujeito, o que só acontece se o sujeito se apropriar dele.

O construtivismo, do ponto de vista didático, sendo uma teoria da aprendizagem, sobre o conhecer e vir a conhecer, baseia-se nos seguintes pressupostos:

- ⇒ A aprendizagem é um processo recursivo no qual o aprendiz procura novas informações com apoio das experiências, crenças e conceitos anteriores. As ideias prévias do aprendiz desempenham então um papel importante no processo de aprendizagem;
- ⇒ A aprendizagem dá-se através do envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento;
- ⇒ As atividades de aprendizagem são projetadas para desenvolver a metacognição e a reflexão. O planeamento educacional baseia-se na informação obtida pelo acesso às estruturas cognitivas dos alunos;
- ⇒ O questionamento pelos alunos é produtivo e valioso;
- ⇒ A sala de aula construtivista encoraja a troca livre de ideias;
- ⇒ A aprendizagem é concentrada no mundo do aluno;
- ⇒ As atividades requerem o trabalho em grupo dos alunos para atingir os objetivos.

Em conclusão, na perspetiva construtivista, e tal como já foi referido, o sujeito é considerado o principal responsável pela sua própria aprendizagem. Esta pressupõe uma articulação feita pelo sujeito entre o novo e o que já sabe e portanto a mobilização dos seus saberes e das suas próprias estratégias de aprendizagem. A aprendizagem caracteriza-se pela interação dinâmica em situações de aprendizagem que possibilitem ao sujeito mobilizar os seus saberes conceptuais e processuais no desenvolvimento de processos investigativos e deste modo, construir e reconstruir continua e progressivamente a sua compreensão do mundo em função dos seus próprios sistemas cognitivos, dotados de uma lógica e coerência interna específicas e regidos por condições motivacionais, atitudinais e compreensivas diferentes (Almeida, 2002). Deste modo o processo de construção do conhecimento implica o sujeito na sua totalidade: envolve não só elementos cognitivos, mas outros de cariz afetivo e de cariz moral, que podem funcionar como ativadores ou inibidores do desenvolvimento prático de planos de ação. Nesta perspetiva o conhecimento científico é uma construção humana, pessoal e social (Cachapuz, 2001).

Para Vygotsky²⁵, para haver aprendizagem, é necessária a predisposição do aprendente para ela e a aprendizagem só é efetiva quando é direcionada para o desenvolvimento e este

²⁵ Para Vygotsky o ato de ensinar não depende exclusivamente da intenção de quem ensina, depende antes da capacidade do aprendiz. A disponibilidade de aprender denominada por este autor de zona de desenvolvimento proximal é, no dizer do próprio, “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros capazes.” Vygotsky (1989, 97). No dizer de Oliveira (1993) citado por Delgado (2003: 79) “A zona de

possibilita a aprendizagem. Neste contexto o papel do professor é orientar e acompanhar o processo de desenvolvimento e de aprendizagem do aprendente, planificando e propondo atividades que visem colmatar as lacunas observadas no processo. Considerando que cada aluno tem habilidades e competências bem como vivências diferentes, o ensino deve ser diferenciado o que se pode conseguir se a criança encontrar um ambiente que lhe proporcione os instrumentos necessários à aprendizagem, o que pode ser conseguido se as crianças estiverem em constante interação entre si. Aplicando as ideias de Vygotsky para o campo do ensino das Ciências, e no dizer de Cachapuz "o conhecimento conceptual do aluno resulta da interação entre o conhecimento comum (intuitive knowledge) e o científico a que tem acesso via instrução (school knowledge)" (Cachapuz, 1995 a: p. 359). O conhecimento comum está relacionado com a visão do mundo natural do aluno, é construído na base naquilo em que acredita processa-se sem limites de tempo e de forma não sistemática. O conhecimento científico resulta de interpretações feitas pela comunidade científica, sendo veiculado pela escola em tempo limitado e parcelarmente por disciplina, podendo ser avaliado. Tendo como ponto de partida o conhecimento comum e o científico, Vygotsky sugere que o processo de interação entre estes conhecimentos ocorra através de situações de convergência²⁶, interação simbólica²⁷ e situações de conflito²⁸ (Cachapuz, 1995 a, 2001). É no sentido de resolver situações de conflitos que surgiram várias propostas, sendo de realçar a linha de trabalho em didática das Ciências designada por movimento das concepções alternativas.

2.1.2 Concepções alternativas

Uma das teorias de aprendizagem baseada na perspetiva construtivista baseia-se no fato de todos os alunos quando chegam à escola possuíram concepções alternativas (Santos, 1992; Pereira, 1995, Mortimer, 1995). Cada aluno chega à escola com concepções prévias sobre os mais variados domínios, ou seja, cada aluno possui quando chega à escola uma "Ciência" intuitiva e também um conhecimento informal sobre o mundo que o rodeia (mundo social, histórico e económico) (Posner e colaboradores 1982, 1996, Linder, 1993). Estas concepções são normalmente denominadas por concepções alternativas, uma vez que são ideias que aparecem como alternativa a versões científicas (Cachapuz, 1995 a). Muitas das concepções alternativas possuem coerência interna, são comuns a estudantes de diferentes meios, idade e género, são persistentes, não se modificam facilmente com estratégias de ensino convencionais e podem interagir com o que se ensina na aula. Estas concepções podem surgir a partir de experiências

desenvolvimento proximal refere-se então ao caminho que o aprendiz vai percorrer para desenvolver as funções que estão em processo de construção e amadurecimento e que se tornarão funções adquiridas no seu nível de desenvolvimento real."

²⁶ Situações de convergência- a integração de conhecimentos faz-se sem problemas uma vez que o conhecimento comum é concordante com o científico.

²⁷ Interação simbólica- a integração de conhecimentos científicos é facilitada pelo facto dos conhecimentos comuns serem muito reduzidos.

²⁸ Situação de conflito- o conhecimento comum e científico apresentam-se ao aluno como contraditórios.

persoais variadas, que incluem a percepção, a cultura, a linguagem, os métodos de ensino dos professores, os materiais educativos. Alguns investigadores entendem que as ideias dos alunos devem ser consideradas tanto no planeamento didático como nas situações de ensino.

Vários estudos tem sido realizados, com objetivo de identificar concepções alternativas (Pfundt e Duit, 1994; Carvalho, 2004), qual a sua origem e como as ultrapassar (Santos, 1991, 1992, 1992a). De referir que embora as concepções alternativas resultem de construções pessoais, podem ter elementos comuns com a aprendizagem de outros alunos. Por outro lado é frequente apresentam semelhanças com concepções vigentes em períodos da história do pensamento científico e filosófico. Como tal, os investigadores consideram que é fundamental ter em conta as ideias e as explicações sobre os fenómenos naturais que os alunos trazem para a escola, sendo muito importante o conhecimento do professor sobre a História da Ciência. Deste modo, num currículo em ciências, seria desejável que a seleção dos temas e das propostas programáticas resultassem do confronto entre as finalidades estabelecidas para cada nível de ensino e as evidências da investigação, nomeadamente a importância das concepções alternativas e da história das Ciências (Cachapuz, 1995 a, 2001).

Verifica-se que as estratégias que facilitam a mudança conceptual podem ser ferramentas eficazes em sala de aula (Cappechi, 2003). Partindo das concepções alternativas o professor cria situações onde o aluno desmonta e analisa as representações prévias (concepções alternativas) e a partir daí constrói ou reconstrói novas estruturas conceptuais (Santos, 1991; Shuell, 1987; Simons, 2003). Várias tem sido as propostas de tratamento didático com vista à substituição das concepções alternativas pela versão científica (Nussbaum, 1982; Rowell & Dawson *cit.* em Cachapuz), convergindo todas elas em dois pontos, por um lado na desvalorização das concepções alternativas realçando as suas limitações e a sua inconsistência perante novas situações, por outro procuram que o aluno compreenda e reconheça que a versão científica em estudo é uma alternativa pela sua abrangência e consistência.

2.1.3 Teorias de ensino em ciências

Uma das propostas que complementa o construtivismo como teoria da aprendizagem é a teoria de ensino denominada ensino por mudança conceptual, que liada com as concepções alternativas dos alunos e visa transformá-las em conceitos científicos (Santos, 1998; Cachapuz, 2001). Neste modelo de ensino, o aluno constrói o conhecimento utilizando as suas concepções prévias que através de experiências de aprendizagem significativas se alteram e transformam em conceitos científicos. Uma das estratégias de ensino proposta com o intuito de promover a mudança conceptual tem quatro etapas, sendo a primeira a identificação e clarificação das ideias que os alunos possuem, a segunda o questionamento das ideias através de contra exemplos, seguindo-se uma introdução de novas ideias, mediante “brainstorming” entre os alunos ou

apresentadas pelo professor, e finalmente a criação de oportunidades para que os alunos usem/apliquem as novas ideias em diferentes contextos (Gil Pérez, 1993; Ambrose, 2010).

Alguns autores no entanto questionam os modelos de mudança conceptual que incluem o objetivo de fazer com que o estudante abandone uma concepção e adote uma alternativa (Linder, 1993; Mortimer, 1995). Aprender ciências envolve um processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas características de pensar e de ver o mundo, em última análise é um processo de enculturação. Sem as representações simbólicas próprias da cultura científica, o estudante não consegue perceber os fenómenos. Nesta perspetiva a mudança conceptual não é uma acomodação (Posner, 1982) mas o desenvolvimento paralelo de ideias prévias e científicas, verificando-se na prática que ocorre uma mudança no perfil conceptual (Mortimer, 1995). A noção de perfil conceptual permite perceber que a evolução das ideias adquiridas no processo de ensino e aprendizagem ocorre por um processo de ancoragem a ideias anteriores que sofrem alterações evoluindo para novas ideias que convivem com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser utilizadas em determinado contexto. A base psicológica desta teoria de ensino é a teoria de Piaget sendo a base filosófica desta teoria o modelo de Kuhn, que descreve o desenvolvimento científico como alternância de períodos de ciência normal e revolução científica (Kuhn, 1962).

A resistência à mudança de concepções alternativas e à mudança conceptual, surge em consequência da aprendizagem em ciências não se limitar à mudança de conceitos mas também à mudança de metodologias, como refere Cachapuz recorrendo a Gil (1986), “a falta de competências dos alunos em termos de trabalho científico é uma razão importante para dificuldades conhecidas em promover a mudança conceptual, (...). Da parte do aluno, a mudança conceptual envolve não só competências cognitivas (...), mas também metacognitivas, em particular como monitorizar a sua própria aprendizagem.” (Cachapuz, 1995a, p. 367). Em consequência deste facto uma nova didática das ciências emerge da aplicação do modelo construtivista, propondo uma visão muito próxima dos trabalhos científicos, tendo esta inerente a si a ideia de que a teoria, as práticas laboratoriais e os problemas surgem sempre interligados. A estratégia de ensino integradora destes campos associa a aprendizagem à resolução de situações problemáticas abertas que geram interesse nos alunos. Nesta situação a aprendizagem promove uma mudança conceptual, metodológica e atitudinal (Carvalho, 2004; Azevedo, 2004).

Outras propostas de ensino visando melhorar as aprendizagens dos alunos tem sido estudadas. No ensino por analogia e metáforas (Fontes, 2000), não há mudança conceptual mas acomodação, o aprendiz intuitivamente entende as situações análogas. O importante neste tipo de ensino é a escolha da situação ou de um exemplo apropriado e a sua utilização para a produção de conhecimento científico. Esta perspetiva baseia-se numa visão construtivista de aprendizagem como processo adaptativo no qual os conceitos dos aprendizes são

progressivamente reconstruídos de maneira a abarcarem um maior número de experiências e ideias (Driver, 1989 e 1999).

Outros modelos de ensino das ciências tem sido propostos, baseando-se na prática de sala de aula. Alguns destes divergem da base psicológica e filosófica que tem o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem ou seja da teoria do construtivismo. Algumas teorias de ensino baseiam-se na possibilidade de que a construção de uma nova ideia possa, em algumas situações, ocorrer independentemente das ideias prévias e não necessariamente como uma acomodação de estruturas conceptuais já existentes (Mortimer, 1995) e na possibilidade de que uma pessoa possa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios (Bachelard, 1984 e 1996).

Teorias de ensino baseadas na teoria histórica - cultural de Vygotsky, referem a existência de um sistema de formas de pensamento comum a todos os indivíduos (Kozulin, 1990). O reconhecimento do professor e dos alunos do contexto, dos tipos de escolha e o privilégio dado a alguns mediadores quando os alunos estão a resolver questões em sala de aula de ciências pode ser determinante para as estratégias de ensino nomeadamente no que se refere aos ambientes e experiências de aprendizagem propostos pelo professor na sala de aula.

2.2 O ensino das ciências como formação para a literacia científica

Encarar o ensino das ciências como promotor de literacia científica implica pensar num ensino inovador, com propostas metodológicas epistemologicamente fundamentadas em quadros construtivistas. Implica os professores serem portadores de uma perspetiva heurística de ensino das ciências, sendo a ênfase por um lado na perspetiva de descoberta científica e não nos métodos e técnicas. Implica também a valorização e exploração dos saberes do dia-a-dia como pontos de partida para as novas aprendizagens. Assim os alunos construirão novos significados sobre situações e fenómenos que lhes são já familiares, devendo por isso o ensino das Ciências desenvolver-se a partir de situações-problema quotidianas, constituindo estas, a essência da aprendizagem em ciências (Fensham, 1983 e 1985; Cachapuz, 1995 a).

2.2.1 Currículos de Ciências e construtivismo

A introdução da teoria psicológica do construtivismo, nos currículos de Ciências implica que no processo de elaboração curricular se tenha em conta os modos de pensar do aluno em crescimento, introduzindo conceitos-chave que em anos de escolaridade posteriores e em continuidade com estes serão desenvolvidos, propondo-se então um “currículo em espiral”. Os currículos de uma disciplina ou área disciplinar devem ter coerência interna, ou seja, deverá haver articulação entre os diversos conteúdos do currículo tanto na perspetiva horizontal como na vertical. Para isso o currículo deve ser pensado de uma forma global, tendo em conta as suas

finalidades. Para Bruner a compreensão da estrutura de cada disciplina é essencial para o aluno perceber como a disciplina funciona, quais os seus problemas e como os resolver (Freitas, 2000). Este autor refere que o currículo de uma disciplina deve ser determinado por compreensão dos princípios que conferem estrutura à disciplina, tendo em vista a clarificação do seu contexto num domínio mais alargado de um campo de saber (Bruner, 1998).

A abordagem holística da ciência, que surge em Bruner é apoiada por outros autores (Woolnough, 1991) que consideram que se deve encarar o ensino das ciências, como uma atividade holística de resolução de problemas onde ocorre uma interação contínua entre o conhecer e o fazer, devendo a aprendizagem da ciência envolver duas componentes da ciência: as interpretações que a comunidades científicas faz dos fenómenos e os processos através dos quais essas interpretações mudam. O currículo deve então ser construído à volta de grandes problemas, princípios e valores, que a sociedade considera dignos de contínua preocupação.

Uma implicação do modelo construtivista como referem Driver e Oldham (1986) citados por Carvalho é “conceber o currículo não como conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades através das quais esses conhecimentos e habilidades possam ser construídos e adquiridos.” (Carvalho, 2004, p. 7). Deste modo, para que um currículo represente o conhecimento científico, terá de ter em conta na sua elaboração aspetos da história, filosofia e sociologia da ciência, enquadrando o ensino das ciências em contextos sociais, económicos e políticos.

2.2.2 Implicações do construtivismo no ensino das ciências

A epistemologia contemporânea interliga-se com a didática das ciências, através do ponto de vista psicológico onde a construção do conhecimento pelo sujeito corresponde à construção do objeto na atividade científica, reforçando a ideia de que todo o saber é uma construção Humana.

Para o construtivismo radical, as principais aprendizagens na escola devem basear-se em interações com o ambiente, uma vez que o objetivo de desenvolver competências é que estas possam ser utilizadas na vida real. Os conteúdos a serem aprendidos não devem ser fixos e sistematizados. Só se deve fixar o corpo de conteúdos, o cerne do currículo. Os ambientes de aprendizagem devem ser autênticos e complexos, de modo a serem semelhantes às experiências vividas no quotidiano. As aprendizagens não devem só refletir a realidade, devem ser uma representação significativa da mesma, onde os problemas propostos não são simplificados nem descontextualizados. Aprender a aprender²⁹ deverá ser uma meta da aprendizagem, e a

²⁹Aprender a aprender - A metacognição é um processo que consiste no desenvolvimento de ferramentas de pensamento individuais, que permitem o conhecimento dos processos de pensar e aprender de cada um (Wolf, 1994). O Processo de metacognição passa pela confrontação entre as ações a desenvolver numa dada tarefa e os critérios de realização da mesma (Santos, 2002).

aprendizagem cooperativa, onde os alunos interagem uns com os outros de modo a alcançar consenso, deverá ser uma estratégia de aprendizagem.

Para outros autores, o ensino construtivista deve olhar para áreas de problemas da vida real e a partir destas selecionar os conteúdos. Os problemas não devem ser simplificados mas a realidade, o que requer estruturação e reestruturação dos problemas. Deste modo aprender é entendido como processo ativo, no qual o conhecimento e competências são adaptadas e personalizadas através de novas experiências individuais, isto é, ajustam-se à interpretação e compreensão do aluno. Neste processo de aprendizagem, a aprendizagem coletiva é de grande importância uma vez que só a discussão da interpretação individual de uma situação de aprendizagem complexa, da proposta de hipóteses ou de possíveis soluções, contribui para refletir sobre a interpretação de cada um e o seu significado. Neste tipo de aprendizagem auto regulada, os erros têm um papel muito importante. A discussão em pequenos grupos só tem significado e validade se ocorrerem erros que após discussão são corrigidos. Mas o construtivismo não se confina só a aspetos cognitivos da aprendizagem, as motivações, as alegrias a ansiedade são fatores que determinam a construção do conhecimento.

Numa perspetiva construtivista da didática mais moderada considera-se essencial que o conhecimento que tem de ser aprendido (os conteúdos) seja construído em situações contextualizadas. A estas situações devem ser adicionados materiais que se considerem relevantes que sejam semelhantes aos reais de modo que o aluno se aproprie deles e os utilize na construção do conhecimento. Devem-se utilizar estratégias diversificadas. A tarefa de aprender deve ter lugar no campo social envolvente. Deve-se encaminhar o aluno para os conhecimentos já existentes a partir dos quais ele possa autonomamente construir o conhecimento. Esta aprendizagem ocorrerá partir dos próprios erros e basear-se-á na interação e no contexto onde o aluno aprende. Esta última perspetiva é denominada por pseudo-construtivismo, porque continua a aderir ao instrutivismo tradicional.

Em qualquer uma destas perspetivas, o construtivismo implica o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno alicerçar e construir o seu próprio conhecimento. Ao desenvolver as competências estará a realizar processos de transformação da realidade e a produzir o seu saber. Estes processos envolvem o aluno não só em termos cognitivos como afetivos e morais. Reconhece-se que a par com aprendizagens formais, os alunos possuem ideias ou “teorias informais” sobre vários domínios que afetam a sua interpretação do quotidiano. Assim, para gerar um ambiente propício a novas aprendizagens o professor deve focar a aprendizagem em tarefas autênticas, isto é, tarefas que tenham relevância e utilidade no mundo real, que integrem o currículo escolar, forneçam diferentes níveis de complexidade e permitam aos alunos selecionarem estas atividades em diferentes graus de dificuldade de acordo com os seus interesses e capacidades. Algumas das atividades propostas implicam tomadas de decisão fundamentadas e a resolução de problemas. Estas atividades permitem o desenvolvimento de

competências cognitivas e de raciocínio, de comunicação/argumentação (expressão e defesa das ideias) e atitudes (respeito pelas ideias dos outros) sendo que a argumentação é considerada como uma das realizações mais importantes na educação científica (Kuhn, 1993). A partir deste tipo de atividades de sala de aula estabelece-se a relação entre os conteúdos, a história e a filosofia da ciência.

Embora coexistam diferentes perspectivas, todas elas consideram que o ensino das ciências deve privilegiar:

- O desenvolvimento de experiências de aprendizagem que:
 - Estimulem a explicitação, confronto e debate pelos formandos das suas próprias ideias, bem como exploração das suas implicações;
 - Fomentem a consciencialização de perspectivas alternativas a fim de promover a análise crítica do próprio pensamento e sua posterior reorganização;
 - Favoreçam, pela confrontação de ideias, uma apropriação mais significativa do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento crítico;
- Proposta de atividades que possam ser assumidas como projetos pessoais, pelos alunos, nomeadamente atividades de resolução de problemas que possibilitem:
 - Desenvolvimento da capacidade de previsão de estratégia de resolução e das soluções possíveis para um dado problema;
 - A comparação, análise crítica e seleção das alternativas consideradas mais aceitáveis pelo grupo, isto é, a procura de chegada a um consenso

2.3 A utilização de programas de simulação e aquisição de dados como estratégia construtivista no ensino das ciências

A utilização as Tecnologias da informação e comunicação (TIC) e do computador são muitas vezes confundidas com a aplicação de software específico de cada disciplina (Rezende, 2002). Assim numa pesquisa bibliográfica verifica-se que poucos estudos de investigação educacional tem sido executados utilizando como ferramenta software específicos das disciplinas ou das temáticas.

A função do software educativo é não só transmitir informação mas também ajudar a que o aluno produza conhecimento, o que só acontece quando a sua utilização é feita tendo por base problemas ou questões abertas, uma vez que só essas permitem uma aprendizagem significativa (Azevedo, Whitaker e Almeida, s/d).

Os programas de modelação privilegiam a construção de modelos a partir de uma equação matemática. Nas simulações o aluno altera os valores de variáveis, faz previsões sobre o seu efeito das alterações e observa os resultados na forma de gráficos, tabelas ou animações. As simulações, programas que representam o funcionamento de um sistema ou o sistema em estudo, podem ser classificadas com conceituais ou operacionais. As simulações conceituais

mostram princípios, conceitos e fatos relacionados com o que se quer simular, as outras operacionalizam processos podendo apresentar-se como procedimentos pré-laboratoriais ou laboratoriais (Ribeiro, 2003).

A aprendizagem multimédia utilizando programas de simulação e modelação, permite ao aprendente a simultaneidade e interatividade. Esta aprendizagem apresenta vantagens como a facto da informação fornecida ser tanto verbal como visual, o que permite um melhor processamento da informação pelo cérebro (Mayer, 2000 e 2001). O facto de os aprendentes utilizarem condições por eles impostas (controlam as condições experimentais), bem como o facto de estes poderem adequar a aprendizagem ao seu ritmo pessoal, uma vez que podem controlar a simulação com o Play e o Pause são outras vantagens da utilização da aprendizagem multimédia (Fiolhais e Trindade, 2003). De realçar ainda que, o facto dos aprendentes planearem, criarem, recolherem e representarem dados, permite-lhes desenvolverem pensamentos complexos criando relações causa-efeito (Jonassem, 2000).

Alguns investigadores consideram que a simulação aliada à teoria e à atividade prática melhora a compreensão dos fenómenos físicos (Alves, 2002, Jimoyiannis, 2001).

2.3.1 O programa Modellus como ferramenta de uma estratégia de ensino e de aprendizagem construtivista

O programa Modellus, criado nos anos noventa por Teodoro, Vieira e Clérigo, é uma ferramenta de modelação computacional de fácil utilização que se encontra disponível gratuitamente na Internet. Uma das vantagens desta ferramenta é poder ser utilizada em várias áreas científicas como a Matemática, a Física e a Química.

Araújo e colaboradores consideram que as atividades computacionais de simulação e modelagem podem classificar-se tendo em conta as atividades que os alunos podem desenvolver, sugerindo que estas se podem organizar em atividade exploratória de simulação, atividade exploratória de modelagem, atividade expressiva de simulação e atividade expressiva de modelagem (Araújo e colaboradores, 2008 e 2012). Para estes autores o programa Modellus enquadra-se numa atividade exploratória e expressiva de modelagem, onde o aluno pode construir o seu modelo, descrevê-lo, corrigi-lo e/ou complementá-lo. O facto de ser possível criar o modelo matemático, validá-lo e depois possibilitar a simulação e a manipulação do modelos bem como a visualização de gráficos, tabelas e animações faz deste programa um dos que mais poderá contribuir para uma aprendizagem efetiva e significativa de Ciências. O Modellus permite assim ligar uma equação matemática ao gráfico e a uma situação física (Becera, 2005), sendo uma das vantagens desta ferramenta a simultaneidade do traçado de gráficos e interatividade do aluno com os objetos (Araújo e Veit, 2008, Ramos, 2011).

Beichner (1994) considera que os gráficos são uma segunda linguagem da Física, uma vez que o estudo da cinemática baseia-se na análise de gráficos. As dificuldades nas atividades

que se relacionam com gráficos estão descritas na literatura (Beichner, 1994; Araújo, 2008). A interpretação de um gráfico envolve o entendimento do que representam as grandezas que se estão a relacionar (signos) e de como estas estão relacionados com os conceitos e conhecimento (referentes). Quando quem está a analisar um gráfico não conhece as grandezas (signos) e não tem conhecimentos sobre os mesmos (não tem referentes), não consegue interpretar os gráficos (Bowen e Roth, 2000a e 2000b). Outras investigações enfatizaram o desenvolvimento cognitivo de quem interpreta os gráficos, verificando-se nestes estudos que existe uma relação entre o raciocínio lógico e a capacidade de interpretar e compreender gráficos (Al Naqbi e Tairab, 2004).

Alguns investigadores consideram que o conhecimento prévio (*prior knowledge*) do aluno é muito importante para este descodificar as informações que o professor lhe fornece, uma vez que é este o conhecimento que o aluno mobiliza (Ambrose, 2010). Este facto é particularmente relevante na interpretação de gráficos, no dizer de Cook “Learners use prior knowledge to select relevant information from graphics, add information from their prior knowledge” (Cook, 2006, p.1075). Outros autores salientam ainda que a existência de eixos, títulos, escalas, indicação de unidades, ajudam os alunos a interpretar os gráficos (Ellermeijer, 2011). Alguns estudos referem que a análise dos gráficos é dificultada pelas diferentes designações que estes apresentam na Matemática e na Física. Sendo importante que os alunos sejam guiados através da análise de gráficos (Campos e colaboradores, 2010, Mitnik, 2009).

Em estudos realizados na área de gráficos cinemáticos, os autores concluíram que os alunos interpretam melhor os gráficos se estes surgiram simultaneamente com o movimento. O uso do Modellus possibilita assim o aprofundamento e a uma melhor compreensão de fenómenos físicos (Becerra, 2005, Araujo e Veit, 2008).

2.4 Ensino das ciências numa perspetiva de trabalho científico

A atividade metacognitiva do aluno acontece quando ele toma consciência dos seus erros e da sua maneira de se confrontar com os obstáculos (Santos, 2002). A pedagogia do erro, sob o ponto de vista epistemológico baseia-se na ideia do erro como elemento consubstancial do conhecimento; sob o ponto de vista didático assenta na ideia de que a procura das razões do erro é normalmente um processo formativo. No quadro de um ensino construtivista das Ciências, é importante ter em conta as fontes de conhecimento do aluno, em particular as conceções que o aluno possui dos fenómenos (conceções alternativas), e as estratégias de ensino que o professor poderá utilizar para promover a mudança conceptual, atitudinal e metodológica (Carvalho, 2004).

Aprender não acontece espontaneamente. Aprender implica o sujeito apropriar-se dos sentidos daquilo que se aprende, atribuir um significado a alguma coisa e inserir cada nova

aquisição num processo interativo que se constrói a partir do quadro prévio em que o sujeito se situa (Roldão, 1999). Mas “aprender ciência pressupõe ser-se iniciado numa cultura de Ciência” (Driver *et al.*, 1994), não se esgotando as aprendizagens nos conceitos, devendo contemplar aspetos relativos à natureza do conhecimento científico, processos – a ciência deve ser ensinada de modo a que se reflita e ilustre a estrutura conceptual e metodológica da própria ciência (Bruner, 1998) – e os valores envolvidos na sua construção, trata-se então de um processo de aculturação. Driver citada por Vannucchi, afirma que “Aprender ciências (e aprender sobre ciências) envolve a entrada dos jovens numa forma diferentes de pensar e de explicar o mundo; tornar-se socializado, em maior ou menor extensão, nas práticas da comunidade científica com seus propósitos particulares e suas maneiras de ver e explicar peculiares” (Vannucchi, 2004:88).

Cabe ao professor construir contextos favoráveis para que a aprendizagem ocorra. São por conseguinte componentes fundamentais no processo de ensino e aprendizagem que vise a aprendizagem das Ciências, o envolvimento do aluno nessa aprendizagem, a sua compreensão dos principais conceitos, a utilização de competências científicas tais como a observação, a medição, a formulação de hipóteses, planeamento de testes, análise de dados, interpretação de resultados e finalmente a interação entre os conceitos e as competências científicas.

Orientar o ensino das ciências numa perspetiva de trabalho científico, num quadro epistemológico do construtivismo e da nova filosofia das Ciências implica por um lado abandonar a perspetiva empirista da observação neutra e da natureza das relações entre os factos e a teoria, apontando para que os factos não são dados mas construídos, por outro lado valorizar o papel central do erro, da dúvida e da criatividade na construção do conhecimento e ainda transmitir uma visão contextualizada da ciência e das relações Ciência/Tecnologia sociedade/ambiente. O ensino da ciência por investigação, a história das Ciências, o trabalho experimental e a resolução de problemas, possibilitam a exploração destas três dimensões.

2.4.1 Ensino da Ciência por investigação e como investigação

O ensino das ciências como investigação³⁰ e o ensino das ciências por investigação³¹ são muitas vezes confundidos. É diferente o processo de ensino/ aprendizagem da Ciência e os processos da ciência. Há necessidade de desenvolver estratégias de ensino para aprender ciência como investigação, colocando situações problemáticas que motivem os alunos, fazendo um estudo qualitativo dessas situações, orientando e tratando cientificamente o problema, aplicando os conhecimentos construídos a novas situações (Gil Pérez, 1993; Almeida, 1995 e 2002; Millar, 1989). De salientar que se as competências de raciocínio, comunicação, conhecimento substantivo e epistemológico podem ser desenvolvidas por atividades de aprendizagem

³⁰ O ensino das ciências como investigação enfatiza os processos da Ciência.

³¹ O ensino das ciências por investigação usa os processos da ciência para aprender ciência.

diversificadas (pesquisa bibliográfica, visitas de estudo, aulas de campo, entre outros), o conhecimento processual só poderá ser construído com a atividade experimental (Azevedo, 2004). Apesar da relevância o trabalho experimental, nem sempre é claro para professores e alunos o que se espera concretamente desse (Hodson, 1990 e 1992). Algumas propostas baseadas em pontos de vista epistemológicos da nova filosofia das Ciências, sugerem que os professores distingam entre “descobrir que” (contexto da verificação) acessível aos alunos via trabalho experimental e “descobrir porque” (contexto da descoberta) que é-lhes inacessível uma vez que envolve a construção de modelos teóricos (Valente, 1990).

A investigação no domínio do ensino das ciências tem realçado a mudança de atitude que a metodologia de ensino por investigação deve proporcionar tanto no aluno como nas práticas do professor. A tónica da resolução de problemas ou do trabalho prático está na participação ativa do aluno elaborando raciocínios, questionando, argumentando e assim construindo o seu conhecimento. O professor por seu lado deve tornar-se um professor questionador, que saiba conduzir perguntas, estimular e propor desafios passando a ser o orientador do processo de ensino (Azevedo, 2004).

2.4.1.1 Resolução de problemas

Alguns autores consideram que a estratégia de mudança conceptual mais coerente com a orientação construtivista e com as características do raciocínio científico é a que coloca a aprendizagem como tratamento de situações problemáticas abertas (Gil Pérez, 1993; Veiga, 1989; Azevedo, 2004), contextualizadas (Hurd, 1987) e consideradas de interesse pelos alunos, Figura 2-1.

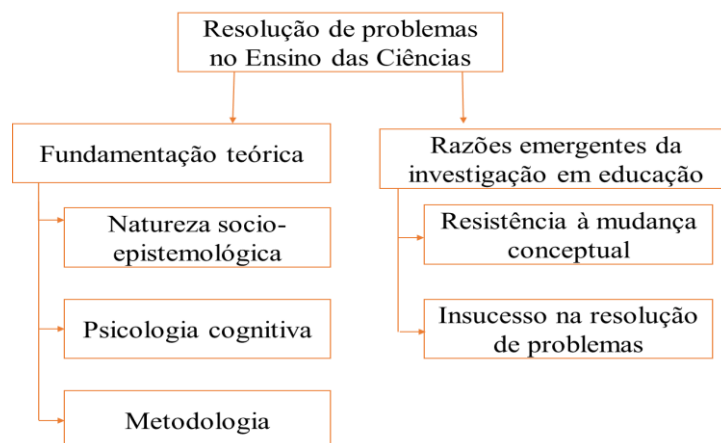


Figura 2-1 Resolução de problemas no ensino das ciências.

A resolução de problemas permite desenvolver competências e técnicas (Azevedo, 2004), permitindo também a exploração das interações CTSA (Hurd, 1987), o que contribui

para os alunos darem significado ao conhecimento que constroem. Outros argumentos corroboram a necessidade do ensino das ciências ser implementado por resolução de problemas³² num currículo de ciências, já que numa perspetiva cognitiva, os alunos tomam consciência da sua metacognição (Grangeat, 1999), tendo oportunidade de pensar, interrogar-se sobre os processos por que aprendem e sobre as causas das suas dificuldades quando não aprendem (Pérez, 1989 Valente, 1990) podendo desenvolver capacidades relacionadas com o trabalho colaborativo e com a criatividade.

Verifica-se que normalmente o que os professores implementam em sala de aula é a resolução de exercícios³³ o que não é tão potenciador de aprendizagens significativa (Kulm, 1990; Azevedo, 2004), podendo ter efeitos nocivos no ensino das ciências uma vez que veicula a mensagem de que a ciência é metodologicamente segura e que o erro surge em consequência do investigador ou da técnica de investigação. Exercícios de tomada de decisão ou a resolução de problemas implicam a compreensão de situações problemáticas, para as quais não temos resposta imediata e que oferecem uma perspetiva da realidade do progresso e dos processos da Ciência. O papel do professor na introdução de ensino baseado na resolução de problemas consiste essencialmente na introdução de condições adequadas para que os alunos construam o seu conhecimento orientando esse processo, respondendo ao aluno, expondo e fazendo novas questões (Coll, 1998).

2.4.1.2 Trabalho prático

O entendimento que existe sobre conceitos de trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental não é consensual (Almeida, 2002; Dourado, 2002; Freitas, 2001 e 2002). Alguns autores consideram que trabalho prático corresponde ao trabalho laboratorial (Woolnough, 1991), outros, consideram que sendo o trabalho prático um recurso didático inclui todas as atividades em que o aluno esteja ativamente envolvido (no domínio psicomotor, cognitivo e afetivo), neste contexto o trabalho prático inclui o trabalho laboratorial e o trabalho de campo (Hodson 1992 e 1993).

O trabalho prático³⁴, como atividade de aprendizagem, deve ser facilitador do desenvolvimento conceptual dos alunos, proporcionar a compreensão de aspetos particulares do método científico, do papel da observação e da teoria, do estatuto epistemológico da

³² Resolução de problemas – Um problema caracteriza-se por ter dados não explícitos (implícitos na descrição da situação), ter vários caminhos de resolução, ter várias soluções possíveis, ser um grande obstáculo, envolve capacidades cognitivas, metacognitivas, afetivas e psicomotoras. E o aluno ter o papel de sujeito ativo no processo de aprendizagem (Gouveia *et al.* 1995).

³³ Resolução de exercícios – Num exercício os dados estão explícitos, em número necessário e suficiente. O exercício tem resolução única e solução única, poder ser resolvido mediante a recordação e implica normalmente a reprodução ou aplicação de um algoritmo, tendo o aluno um papel de sujeito passivo no processo de aprendizagem (Gouveia *et al.* 1995).

³⁴ Trabalho prático- Considerando que o envolvimento pode ser de tipo psicomotor, cognitivo, ou afetivo, o trabalho prático pode incluir atividades laboratoriais, trabalhos de campo, atividades de resolução de exercício ou de problemas, utilização de programas informáticos de simulação, pesquisas de informação etc. (Leite, 2001).

hipótese, do impacto científico, tecnológico e social de uma ideia, do relevo da história das ciências (Leite, 2001).

2.4.1.3 História da Ciência

A introdução da história e da filosofia das Ciências no ensino das Ciências tem sido proposta por vários investigadores (Castro, 2004; Nascimento, 2004; Vannucchi, 2004) tendo em conta que estas permitem aos alunos compreender aspetos importantes sobre os processos e produtos do conhecimento científico e dessa forma construir uma visão realista sobre a natureza da ciência. Pretende-se assim apresentar a ciência como um processo em que o conhecimento científico é (em sala de aula) e foi (na história da Ciência) e poderá ser (investigação) socialmente construído (Nascimento, 2004; Carvalho & Gil-Pérez, 2000, Gil-Perez, 1993). A história da Ciência permite apresentar aos alunos a ciência com um carácter dinâmico, em constante renovação, permitindo simultaneamente evidenciar que durante este processo ocorrem crises e ruturas mas também períodos onde a ciência se desenvolve dando ênfase ao seu carácter aberto e aproximando cognitivamente o conhecimento científico do conhecimento comum (Amador, 2010). Para alguns investigadores, ensinar ciência como se os produtos e processos fossem rígidos, indubitavelmente verdadeiros e definitivos, é um erro (Nascimento, 2004) pois confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade. Neste contexto Bachelard refere, “A evolução das Ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceite como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: rutura com os conhecimentos anteriores, seguidas por sua reestruturação. (Bachelard, 1996, p. 28)

A utilização da história da ciência pode, mostrar uma imagem mais completa e contextualizada da ciência, promover a valorização os processos do trabalho científico como o papel da descoberta, a importância das experiências, o formalismo matemático e a evolução do próprio conhecimento, e ainda evidenciar o carácter coletivo do trabalho científico e as implicações sociais da ciência. Considera-se assim que uma abordagem histórica é promotora de uma reflexão sobre o conhecimento científico, no que se refere aos produtos e processos da ciência proporcionando aos alunos uma conceção do que é ciência, promovendo simultaneamente o esclarecimento e construção de conceitos, redimensionando os erros e as dificuldades dos alunos.

A implementação da história das ciências introduz a necessidade de mudanças ao nível das metodologias de sala de aula. O uso de textos históricos numa perspectiva de ensino por

investigação, em que os textos foram a base da discussão, argumentação³⁵ entre alunos e professor mostrou ser uma metodologia eficaz para promover a alfabetização científica, sendo de realçar a ideia da ciência como a atividade humana, do carácter provisório do conhecimento científico, a visão histórica e problemática da ciência e da construção do conhecimento entre outras (Nascimento, 2004). Neste contexto o professor surge como mediador do debate/discussão de ideias podendo encaminhar a discussão para os problemas do dia-a-dia, contextualizando a discussão em sala de aula, procurando falar com os alunos e não aos alunos. Outra questão importante é a realização de trabalhos em grupo, o que promove a troca de ideias e o desenvolvimento de habilidades para resolver problemas, selecionar as estratégias mais adequadas e desenvolve atitudes características de trabalho colaborativo (Sacristán, 1995).

³⁵Neste trabalho entende-se por argumentação em sala de aula as intervenções dos alunos durante discussões que visam a construção de explicações/conceitos coletivas para determinados fenómenos. O argumento é considerado como o esclarecimento intencional de um raciocínio durante ou após a sua elaboração (Driver *et al.*, 1999). Realçando a importância da utilização de atividades que envolvam a argumentação em sala de aula, Cappechi (2004), refere que ” Driver *et al.* (1999) apontam algumas formas de argumentos tipicamente importantes para a comunidade científica, tais como o desenvolvimento de simplificações; a postulação de teorias explicativas causais, que gerem novas previsões; e a apresentação de evidências a partir de observações ou experimentações. E como modelo para o desenvolvimento de habilidades de argumentação entre os alunos, os autores sugerem o padrão de argumento desenvolvido por Toulmin (1958).” Cappechi (2004: 61).

3 Metodologia

3.1 Introdução

O problema a investigar foi o seguinte: **“Como os alunos poderão ultrapassar as dificuldades que apresentam na resolução de exercícios e problemas cinemáticos ou dinâmicos”**.

Propuseram-se as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: “Se o grupo de alunos da mesma turma, explorarem atividades experimentais, utilizando software que lhes proporcionem a construção de gráficos cinemáticos de situações reais e a sua modelação (Modellus), os alunos superarão as dificuldades de compreensão e interpretação de gráfico de cinemática”.

Hipótese 2: “No grupo de alunos da mesma turma, a aquisição de noção de força no sentido newtoniano, está relacionada com uma correta interpretação e compreensão dos movimentos de corpos.”

Face ao problema que levou à investigação, efetuaram-se leituras de vários documentos referenciados no Capítulo 2], tendo-se proposto uma hipótese para cada problema (Capítulo 3| 3.1). Face às hipóteses propostas considerou-se como variáveis dependentes a interpretação e análise de gráficos (para a primeira hipótese) e para a segunda hipótese a aplicação do conceito newtoniano de força. Seguidamente apresentam-se as variáveis consideradas neste estudo, Tabela 3-1.

Tabela 3-1 Variáveis utilizadas no estudo de cada uma das hipóteses.

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2
Dependentes	Interpretação e análise gráfica de movimentos	Aplicação do conceito newtoniano de força na interpretação e análise de esquemas
Variáveis independentes)	Utilização de <i>software</i> de aquisição de dados (Tracker) e de simulação (Modellus)	Utilização de situações práticas (atividades laboratoriais e de pesquisa)
Variável moderadora:	Género	
Variáveis controlo:	Idade, Número de reprovações, Turma	
Variáveis intervenientes	Aprendizagem	

3.2 Design da investigação

O *design* escolhido para este trabalho experimental, está apresentado na Figura 3-1.

Grupo A	R	O ₁	X	O ₂
Grupo B	R	O ₃		O ₄

Figura 3-1 *Design* do grupo de controlo com pré-teste e post-teste. O grupo A é o grupo experimental, o grupo B é o grupo de controlo, X é o tratamento experimental, um espaço em branco por baixo do X é o controlo (ausência de tratamento), O é uma observação ou medição e R (aleatória) é a designação de fatores de controlo aleatórios (Tuckman, 2002).

Antes de se iniciar o tratamento experimental, nas aulas práticas de Física, os alunos ficaram familiarizados como o Tracker e Com o Modellus. A utilização nas aulas práticas do Tracker, que permite a partir de filmes realizados pelos alunos na aula retirar valores e construir gráficos, e do Modellus, onde os alunos utilizando as condições iniciais usadas na prática, executavam a modelagem e simulavam os movimentos, permitiu aos alunos assumirem o papel de investigadores uma vez que cada grupo perante uma questão aberta pensava no movimento que iria filmar e estudava-o. O papel do professor nas aulas era o de guia nas várias fases da investigação. Estas atividades prévias á investigação foram planificadas com o objetivo de serem o suporte para os alunos ancorarem as aprendizagens que iriam ser desenvolvidas na investigação. Esta estratégia permitiu uma familiarização de todos alunos com o programa e com os gráficos, o que depois se refletiu no ganho de ambos os grupos.

O tratamento experimental, para o estudo que pretendeu testar a hipótese 1, compreendeu a realização de atividades extracurriculares que, consistiam em simulações realizadas no Modellus, associadas a questões exploratórias que tinham como objetivo desenvolver competências conceptuais, processuais. Tendo por base a concretização destes objetivos, foi solicitado aos alunos da turma que se voluntariassem para concretizarem as atividades planificadas com o Modellus (onze alunos- grupo II), sendo a amostra aleatória. Os restantes alunos (dez- grupo I) desenvolveram um trabalho de pesquisa sobre as três Leis de Newton, o que constituiu o tratamento experimental que visava testar a hipótese 2. Ao longo destas semanas os alunos esclareceram dúvidas no início das aulas sendo reservado um tempo de quarenta e cinco minutos nas aulas de 120 minutos para debate/discussão sobre as atividades desenvolvidas ao longo da semana, bem como as aulas de apoio dadas pela professora todas as semanas (dois períodos de 45 minutos). Os alunos que realizaram o trabalho de pesquisa, também faziam o ponto da situação da sua investigação/pesquisa todas as semanas. No final do período, houve um momento de debate/discussão dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos, onde os alunos apresentavam para a turma uma simulação com o Modellus ou uma visão (histórica) dos conceitos de força, Figura 3-2.

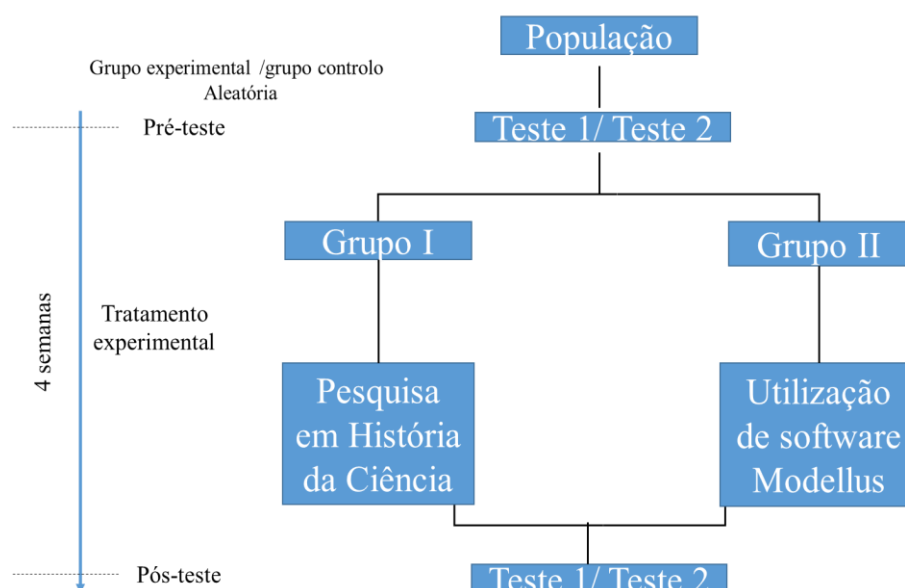


Figura 3-2 Esquema do estudo realizado. O grupo I realizou como tratamento experimental um trabalho de pesquisa sobre história da ciência (evolução do conceito de força e movimento), o grupo II utilizou o software Modellus em atividades teórico-práticas (tratamento experimental). Os pré-testes e post-teste constituem a observação ou medição).

Esta dupla experimentação teve como meta envolver todos os alunos da turma nas tarefas, e desenvolver hábitos e métodos de trabalho, bem como competências a nível processual, de raciocínio e investigativo, permitindo uma consolidação de conceitos.

O facto destas atividades se desenvolverem em horário extracurricular permitiu a continuação da leção do tema seguinte na disciplina (Comunicações), tal como estava planificado.

Com o objetivo deste trabalho de investigação apresentar validade interna, isto é para se poder atribuir as diferenças observadas nos sujeitos de investigação, aos resultados do trabalho experimental, foi utilizado como controlo a realização de pré-testes pelos alunos da turma, utilizando os questionários "TUG-K" (Teste of understanding graphs in kinematics) e teste "Conceções relativas à força e ao movimento".

3.3 Caracterização dos participantes

A caracterização e distribuição dos alunos da turma B do décimo primeiro ano apresenta-se na Tabela 3-2.

Tabela 3-2 Distribuição dos alunos participantes do estudo, dos alunos da turma B do décimo primeiro ano.

Grupo	Idade	Género		Total de participantes	Número de alunos com reprovações	Nota FQ-A (10º ano) < 10 valores
		Feminino	Masculino			
II	16	6	4	10	0	0
	18	1	0	1	0	0
I	16	3	2	5	0	2
	17	1	3	4	2	4
	18	0	1	1	1	1
Total	-	11	10	21	3	7

Nesta turma o número de raparigas (52,3%) é superior ao número de rapazes (47,6 %). Verifica-se que em média os alunos tem 16 anos no grupo II ($M=16,1$, $SD=0,6$) e dezassete no grupo I ($M=16,6$, $SD= 0,7$), sendo ainda de referir que a percentagem de raparigas no grupo II (63,6 %) é superior á dos rapazes (36,4 %), já no grupo I estes números invertem-se, sendo 40,0% e 60,0% respetivamente. De realçar ainda que apenas no grupo I se encontram alunos com reprovações correspondendo a 30% da amostra e é o único grupo com alunos com nota inferior a dez valores a FQ-A no 10.º ano.

3.4 Instrumentos utilizados

Tal como foi anteriormente referido, durante este estudo foram utilizados dois questionários o TUG-K e o teste “Conceções relativas à força e ao movimento“. A aplicação do primeiro teve como objetivo a aferição dos conhecimentos dos alunos em cinemática e o segundo a aferição dos conhecimentos dos alunos em dinâmica.

3.4.1 Teste TUG-K

O instrumento utilizado para a recolha de dados foi um questionário já validado e aplicado em outras investigações educacionais, o teste “TUG-K” adaptado por Agrelho para Português (Agrelho, 1999) de Beichner (Beichner, 1994).

Os dados foram recolhidos manualmente e tratados estatisticamente utilizando o programa Excel. Considerou-se para a análise dos resultados relativos ao teste TUG-K, que os alunos com competências processuais e conceptuais apresentam uma correta de interpretação e análise gráfica de movimentos.

Com o objetivo deste trabalho de investigação apresentar validade interna, isto é para se poder atribuir as diferenças observadas nos sujeitos de investigação, aos resultados do trabalho experimental, foi utilizado como controlo a realização de pré-testes pelos alunos da turma, utilizando os questionários acima referidos.

Após a aplicação deste questionário, os alunos do grupo turma familiarizaram-se com dois programas (Modellus e Tracker) que passaram a usar para estudar atividades experimentais

de Física no tema “Movimentos na Terra e no espaço” em sala de aula. Todos os alunos do grupo turma ficaram familiarizados com ambos os programas durante Setembro e Outubro.

As atividades foram implementadas, durante quatro semanas (Novembro e Dezembro), no primeiro período como atividades extracurriculares. Este trabalho foi desenvolvido a pares, o que permitiu que os alunos trabalhassem colaborativamente e se auxiliassem caso tivessem dificuldades na utilização do programa. Após estas semanas foi novamente aplicado o teste TUG-K a toda a turma e efetuou-se novamente um estudo estatístico sobre os resultados obtidos.

Após aplicação do pré-teste (TUG-K), cujos objetivos se descrevem na Tabela 3-3, os resultados foram analisados, verificando-se falhas nos conhecimentos dos alunos em todos os objetivos que este teste pretende avaliar.

Tabela 3-3 Objetivos do TUG-K e questões correspondentes (Adaptado de Beichner, 1994).

Informação dada ao aluno	Objetivos (O aluno deve...)	Questões do TUG-K
1 Um gráfico posição - tempo	Determinar a velocidade.	5,13,17
2 Um gráfico da velocidade - tempo	Determinar a aceleração.	2,6,7
3 Um gráfico da velocidade -tempo	Determinar o deslocamento.	4,18,20
4. Um gráfico da aceleração - tempo	Determinar a variação na velocidade.	1,10,16
5 Um gráfico cinemático	Selecionar um gráfico correspondente.	11,14,15
6 Um gráfico cinemático	Selecionar descrição textual.	3,8,21
7 Descrições textuais dos movimentos	Selecionar gráficos correspondentes.	9,12,19

Os alunos efetuaram como pré-teste o questionário TUG-K. A média das classificações, atribuindo 1 ponto a cada resposta certa, situa-se em torno de 8, numa escala de 0 a 21, com elevado desvio-padrão ($M=8,3$, $SD=5,2$). A partir da análise dos resultados da aplicação do teste TUG-K foram efetuadas as atividade no programa Modellus (versão 4.5), com objetivos operacionais definidos de modo a colmatar as dificuldades encontradas a nível de conhecimentos dos alunos e de forma a concretizar os objetivos gerais do programa do 11º ano,

“Interpretar gráficos-posição-tempo que traduzem situações reais e a partir deles estimar e determinar valores de velocidade; esboçar gráficos posição-tempo e velocidade - tempo com base em descrições de movimentos ou em medidas efetuadas”

(Programa de Física química A, 2003, p. 62)

Seguidamente enumeram-se os objetivos a atingir com a execução da atividade a descrição da atividade proposta.

Objetivos a atingir

1. Distinguir trajetória de gráfico posição tempo;
2. Reconhecer que a trajetória de um corpo é diferente do gráfico posição-tempo;
3. Reconhecer que o gráfico posição-tempo não é uma fotografia do movimento;
4. Relacionar a inclinação de um troço do gráfico posição-tempo com a velocidade do corpo;
5. Distinguir variáveis cinemáticas, tempo, posição, velocidade

Descrição da atividade e enunciado da atividade

1A O carocha só se move na horizontal. Ao ser executada a simulação o gráfico posição- tempo é traçado.

TAREFA 1: O carocha só se move na horizontal (a coordenada vertical y está fixa). Utilize o rato no carocha para mudar a sua posição inicial para aproximadamente 300 píxeis. Clique no botão PLAY (em baixo, à esquerda) e em seguida utilize o rato para mover lentamente o carocha, para a direita e para a esquerda.

Durante o percurso, pare o carocha uma ou mais vezes, durante algum tempo (pouco...).

Observe o gráfico posição-tempo que é traçado.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Qual é a posição inicial do carocha?
2. Quando o carocha está parado, à medida que o tempo passa, o que surge no gráfico posição-tempo?
3. A partir do gráfico posição-tempo, descreva o movimento do carocha.
4. O que representa o tracejado do lápis?

TAREFA 2. Clique no botão PLAY (em baixo, à esquerda) e em seguida utilize o rato para mover lentamente o carocha, Tente obter os gráficos que estão representados no lado direito do ecrã.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Descreva o movimento do carocha para cada um dos gráficos. (Figura 3-3)

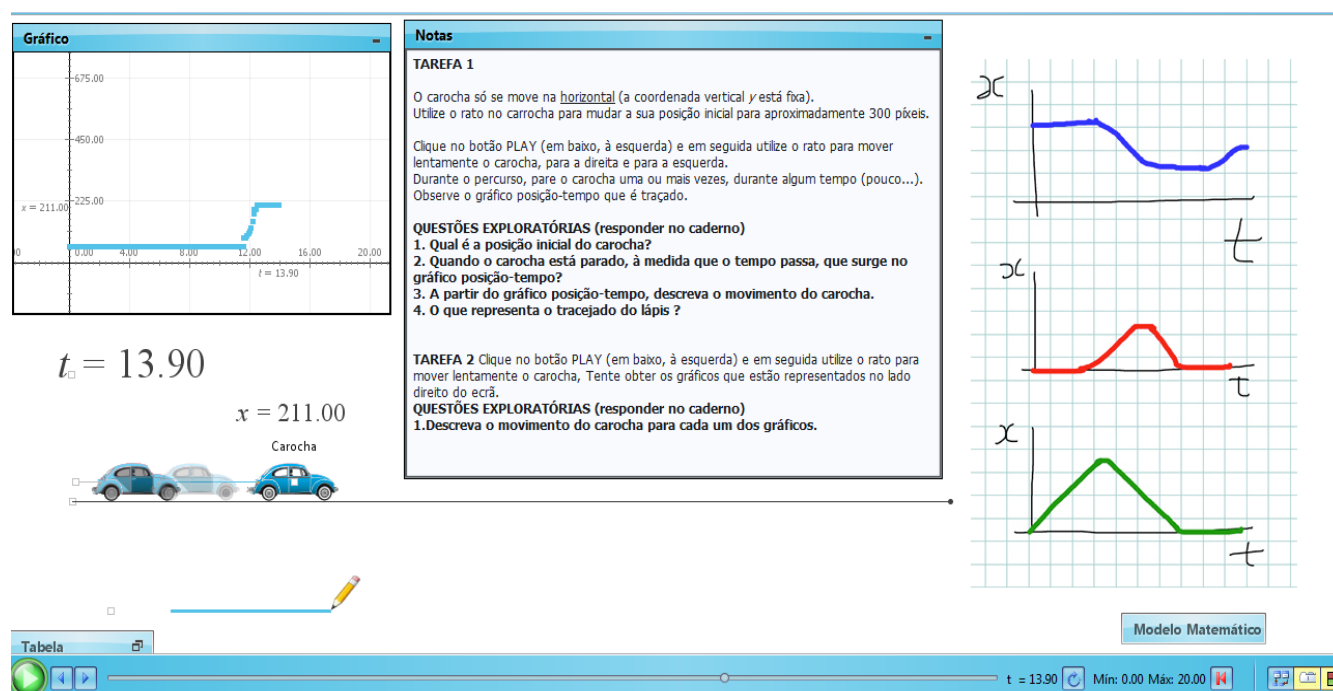


Figura 3-3 Imagem do ecrã, atividade 1A- Tarefa 1e 2, obtida a partir do programa Modellus.

1B A bola só se move na vertical. Ao ser executada a simulação o gráfico posição-tempo é traçado.

TAREFA 1: A bola só se move na vertical.

Clique no botão PLAY (em baixo, à esquerda) e em seguida utilize o rato para mover lentamente a bola, para cima e para baixo.

Durante o percurso, pare a bola uma ou mais vezes, durante algum tempo (pouco...).

Observe o gráfico posição-tempo que é traçado.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Qual a posição inicial da bola?
2. Em que situação o gráfico posição-tempo apresenta a variável dependente constante?
3. A partir do gráfico posição-tempo, descreva o movimento da bola.
4. O que representa o tracejado do lápis? (Figura 3-4)

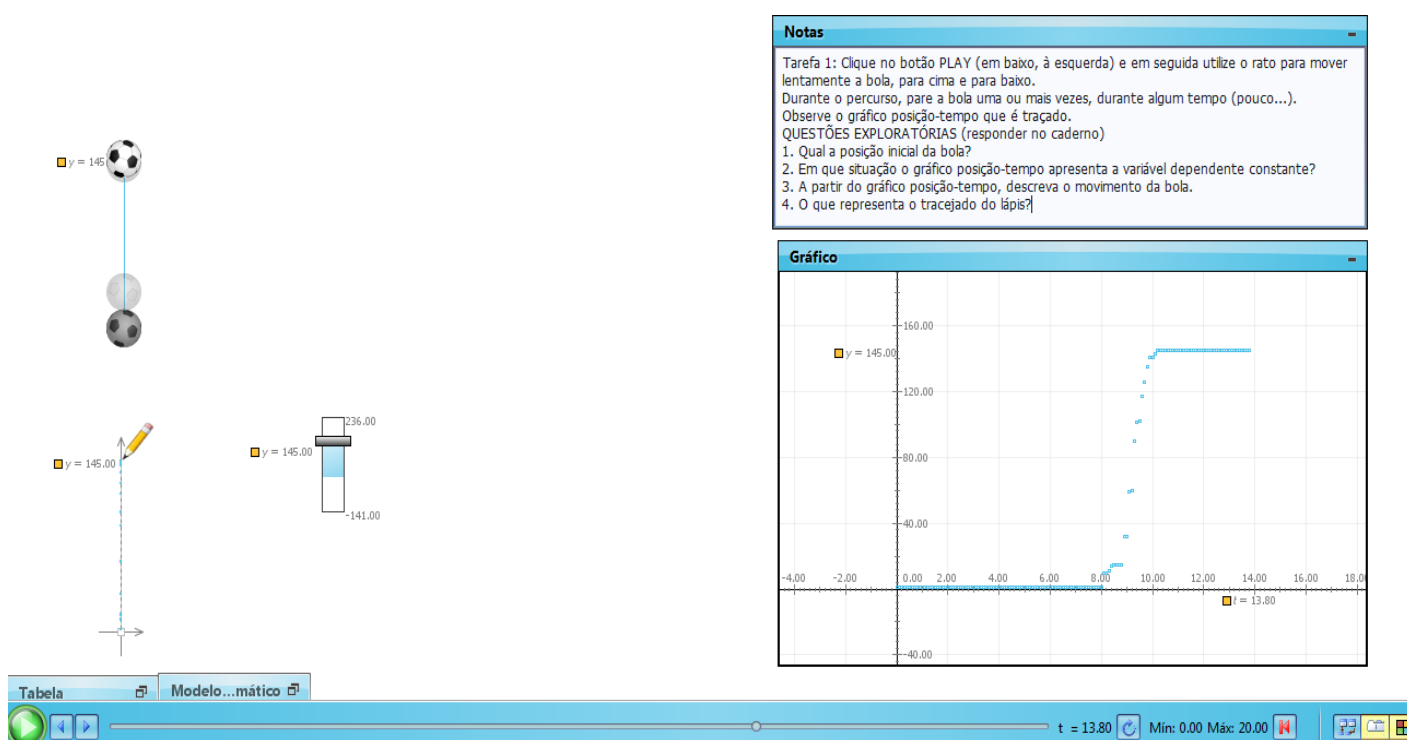


Figura 3-4 Imagem do ecrã, da atividade 1B- Tarefa 1e 2, obtida a partir do programa Modellus.

1C A atleta só se move numa direção (horizontal). A simulação consiste em traçar um gráfico pré-definido pelo aluno, que originará o movimento da atleta. Esta atividade tem duas TAREFAS.

TAREFA 1: A atleta só se pode mover na horizontal. Executa a simulação passando a caneta sobre o gráfico pré- definido, e observa o correspondente ao movimento da atleta.

Não interatue diretamente com a atleta, só com a caneta! No final, abra a janela Gráfico e compare os dois gráficos.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Relativamente ao gráfico pré-definido: Em que troço foi maior a velocidade? E em que troço parou?
2. Que relação existe entre a inclinação da reta e a velocidade?

TAREFA 2: Modifique as inclinações dos segmentos A, B e C (através das junções) e realize novamente os passos da TAREFA 1.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique que alterações introduziu no gráfico e como se refletiram no movimento da esfera.
2. Indique um motivo para a não coincidência dos gráficos (passo 3).

Objetivos a atingir

1. Distinguir trajetória de gráfico posição tempo;
2. Reconhecer que a trajetória de um corpo é diferente do gráfico posição-tempo;
3. Reconhecer que o gráfico posição-tempo não é uma fotografia do movimento;
4. Relacionar a inclinação de um trecho do gráfico posição-tempo com a velocidade do corpo;
5. Distinguir variáveis cinemáticas, tempo, posição, velocidade.

Descrição da atividade e enunciado da atividade

2.1A A bola só se move numa direção (vertical). A simulação consiste em traçar um gráfico pré-definido pelo aluno, que originará o movimento da atleta. Esta atividade tem duas TAREFAS.

TAREFA 1: A bola só se pode mover na vertical. Execute a simulação passando a caneta sobre o gráfico pré- definido, e observe o correspondente ao movimento da bola. Não interatue diretamente com a bola, só com a caneta! No final, abra a janela Gráfico e compare os dois gráficos.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Relativamente ao gráfico pré-definido: Indique em que trecho, foi maior a velocidade? E em que trecho parou?

2. Refira que relação existe entre a inclinação da reta e a velocidade?

TAREFA 2: Modifique as inclinações dos segmentos A, B e C (através das junções) e realize novamente os passos da TAREFA 1.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique que alterações introduziste no gráfico e como se refletiram no movimento da esfera.

2. Indique um motivo para a não coincidência dos gráficos (TAREFA 1 e TAREFA 2) dos gráficos.

2B A bola só se move numa direção (vertical). A simulação consiste em traçar um gráfico pré-definido pelo aluno, que originará o movimento da atleta. Esta atividade tem duas TAREFAS.

TAREFA 1: A bola só se pode mover na vertical.

Execute a simulação passando a caneta sobre o gráfico pré- definido e observa o correspondente ao movimento da bola.

Não interatue diretamente com a bola, só com a caneta! No final, abra a janela Gráfico e compare os dois gráficos.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Relativamente ao gráfico pré-definido: Em que trecho foi maior a velocidade? E em que trecho parou?

2. Que relação existe entre a inclinação da reta e a velocidade?

TAREFA 2: Modifique as inclinações dos segmentos A, B e C (através das junções), realize a simulação passando a caneta sobre o gráfico pré- definido, e observe o correspondente ao movimento da bola. Não interatue diretamente com a bola, só com a caneta! No final, abra a janela Gráfico e compara os dois gráficos.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique que alterações introduziu no gráfico e como se refletiram no movimento da esfera.

2. Indique um motivo para a não coincidência dos gráficos obtidos na TAREFA 1 e na 2.

2.1B O cão só se move na horizontal. A simulação consiste em traçar um gráfico pré-definido pelo aluno, que originará o movimento do cão. Ao ser executada a simulação o gráfico posição- tempo é traçado.

TAREFA 1: O cão só se pode mover na horizontal. Execute a simulação passando a caneta sobre o gráfico pré- definido, e observe o correspondente ao movimento do cão. Não interatue diretamente com o cão só com a caneta! No final, abra a janela Gráfico e compare os dois gráficos.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Relativamente ao gráfico pré-definido: Indique em que troço do gráfico foi maior a velocidade? E em que troço o cão parou? Em que momento o cão inverteu o sentido? Qual foi a posição final?
2. Descreva o movimento do cão durante os 20 segundos.

Objetivos a atingir

1. Distinguir entre inclinação de uma reta e altura de uma reta
2. Relacionar a inclinação de um troço do gráfico com o declive desse troço
3. Determinar inclinações de linhas que não passam pela origem.
4. Compreender o significado do declive de uma reta com as variáveis cinemáticas
5. Relacionar as inclinações das retas com a velocidade média num determinado intervalo de tempo.
6. Relacionar variáveis cinemáticas, tempo, posição, velocidade
7. Relacionar as condições cinemáticas iniciais com o tipo de movimento observado
8. Distinguir deslocamento de espaço percorrido.
9. Relacionar variáveis cinemáticas, tempo, posição, velocidade
10. Relacionar a velocidade instantânea com o declive da tangente num determinado instante
11. Relacionar as condições cinemáticas iniciais com o tipo de movimento observado

Descrição da atividade e enunciado da atividade

2.2 B O aluno executa a simulação e com os dados da tabela ou do gráfico calcula o declive. Por comparação com o indicador de nível verifica que este coincide com o valor da velocidade.

TAREFA 1: Clique no botão PLAY (em baixo, à esquerda) e execute a simulação carregando no botão "Play".

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Calcule o declive com os dados da tabela ou do gráfico.
2. Compare o valor da velocidade com o obtido no indicador de nível.
3. Experimente variar os valores de X_0 e execute novamente a simulação. Regista as alterações observadas no gráfico.
4. Experimente variar os valores de V_0 e execute novamente a simulação. Registe as alterações observadas no gráfico.

2.2 C O aluno executa a simulação e com os dados da tabela ou do gráfico calcula o declive. Por comparação com o indicador de nível verifica que este coincide com o valor da velocidade.

TAREFA 1: Execute a simulação. A reta em cima do barco representa a variação da posição do barco ao longo do tempo. Os níveis representam, para cada situação, a velocidade e a posição do objeto ao longo do tempo. Durante a simulação deixa a janela do Gráfico aberta e observa.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

Para cada um dos objetos:

1. Compare os valores obtidos na "reta" com os valores dos indicadores de nível.
2. Calcule o declive com os dados da tabela ou do gráfico.
3. Compare o valor da velocidade com o obtido no indicador de nível.
4. Experimente variar os valores de X_0 nos parâmetros e repete o exercício. Regista as alterações observadas no gráfico.
5. Experimente variar os valores de V_0 nos parâmetros e repete o exercício. Regista as alterações observadas no gráfico.

2.3 A Executa-se a simulação, observa-se o movimento do corpo e o traçado do gráfico posição-tempo onde se pode observar a tangente a cada ponto do gráfico. Em simultâneo surge o valor da velocidade no indicador de nível.

TAREFA 1. Execute a simulação e observe no gráfico posição-tempo como varia a inclinação da tangente aos pontos do gráfico ao longo do tempo. Observe ainda o indicador de velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual o espaço percorrido pela atleta durante os 10 segundos?
2. Calcule o deslocamento da atleta durante os 10 segundos?
3. Registe a posição de um de um em um segundo (utiliza os valores da tabela).
4. Para cada segundo calcule o declive da tangente (declive da reta = variação no eixo YY/ variação no eixo XX). Nota: para conhecer as coordenadas dos pontos da tangente basta aproximar o rato desses pontos.
5. Compare esses valores com os que se encontram na tabela.
6. Varie os valores de V_0 e X_0 e repita a simulação. Que alterações ocorreram?

Objetivos a atingir

1. Distinguir deslocamento de espaço percorrido;
2. Distinguir inclinação e altura;
3. Compreender que a inclinação da reta está relacionada com o seu declive;
4. Relacionar a velocidade instantânea com o declive da tangente num determinado instante;
5. Relacionar variáveis cinemáticas, tempo, posição, deslocamento, velocidade;
6. Relacionar as condições cinemáticas iniciais com o tipo de movimento observado;
7. Compreender os significados da inclinação de curvas nos gráficos cinemáticos;
8. Calcular declives de retas em gráficos cinemáticos.

Descrição da atividade e enunciado da atividade

2.3 B, 2.3 C e 2.3 D Executa-se a simulação, observa-se o movimento do corpo e o traçado do gráfico posição-tempo onde se pode observar a tangente a cada ponto do gráfico. Em simultâneo surge o valor da velocidade no indicador de nível.

2.3 B TAREFA 1. Execute a simulação e observe no gráfico posição-tempo como varia a inclinação da tangente aos pontos do gráfico ao longo do tempo. Observe ainda o indicador de velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual o espaço percorrido pela atleta durante os 10 segundos?
2. Calcule o deslocamento da atleta durante os 10 segundos?
3. Para cada posição da tabela calcule o declive da tangente (declive da reta = variação no eixo YY/ variação no eixo XX). Nota: para conhecer as coordenadas dos pontos da tangente basta aproximar o rato desses pontos.
4. Compare esses valores com os que se encontram na tabela.
5. Varie os valores de V_0 e X_0 e repita a simulação. Que alterações ocorreram?

2.3 C TAREFA 1. Execute a simulação e observe no gráfico posição-tempo como varia a inclinação da tangente aos pontos do gráfico ao longo do tempo. Observe ainda o indicador de velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual a posição inicial da maçã?
2. Indique qual o espaço percorrido pela maçã durante os 10 segundos?
3. Calcule o deslocamento da maçã durante os 10 segundos?
4. Na tabela está o registo da posição da maçã de um em um segundo. Para cada segundo calcule o declive da tangente (declive da reta = variação no eixo YY/ variação no eixo XX). Nota: para conhecer as coordenadas dos pontos da tangente basta aproximar o rato desses pontos.
5. Compare esses valores com os que se encontram na tabela.
6. Varie os valores de V_0 (0) e y_0 (500) e repita a simulação (caso 2). Que alterações ocorreram?

2.3 D TAREFA 1. Execute a simulação e observe no gráfico posição-tempo como varia a inclinação da tangente aos pontos do gráfico ao longo do tempo. Observe ainda o indicador de velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual a posição inicial da maçã?
2. Indique qual o espaço percorrido pela maçã durante os 10 segundos?
3. Calcule o deslocamento da maçã durante os 10 segundos?
4. Na tabela está o registo da posição da maçã de um em um segundo. Para cada segundo calcule o declive da tangente (declive da reta = variação no eixo YY/ variação no eixo XX). Nota: para conhecer as coordenadas dos pontos da tangente basta aproximar o rato desses pontos.
5. Compare esses valores com os que se encontram na tabela.

Objetivos a atingir

1. Distinguir deslocamento de espaço percorrido;
2. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o espaço percorrido;
3. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o deslocamento;
4. Calcular áreas abaixo das curvas cinemáticas.

Descrição da atividade e enunciado da atividade

3, 3A, 3B, 3C, 3D Executa-se a simulação do movimento de um corpo e observa-se os dois gráficos (posição - tempo, velocidade - tempo). Fazendo variar a velocidade no indicador de nível verificam-se alterações nos gráficos.

3 TAREFA 1. Execute a simulação. Observe o gráfico posição-tempo e velocidade-tempo. A área delimitada pelo último pode ser lida no indicador de nível da posição.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique que relação existe entre o deslocamento da corredora e a área lida no indicador de posição.
2. Varie o valor da velocidade da corredora com o indicador de nível da velocidade e indique o valor do seu deslocamento.
3. De que tipo de movimento está animada a corredora?

3 A TAREFA 1. Execute a simulação. Observe o gráfico posição-tempo e velocidade-tempo. A área delimitada pelo último pode ser lida no indicador de nível da posição.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Que relação existe entre o deslocamento da corredora e a área lida no indicador de posição.
2. Varie o valor da velocidade da corredora com o indicador de nível da velocidade e indique o valor do seu deslocamento.
3. De que tipo de movimento está animada a corredora?

3 B TAREFA 1: Execute a simulação, observando a bola e o gráfico posição-tempo. Observe como variam os indicadores de posição e velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Refira como varia a velocidade da bola.
2. Indique qual o espaço percorrido durante os trinta segundos do movimento?
3. Indique qual o deslocamento da bola.

4. Determine quanto vale a área limitada pelo gráfico velocidade-tempo.
5. Indique qual a relação entre a área limitada pelo gráfico velocidade-tempo e o deslocamento?

3 C TAREFA 1: Execute a simulação, observando o dinossauro e o gráfico posição-tempo. Observe como variam os indicadores de posição e velocidade.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Refira como varia a velocidade do dinossauro durante os trinta segundos.
2. Indique qual o espaço percorrido pelo dinossauro durante os trinta segundos?
3. Indique qual o deslocamento do dinossauro nos trinta segundos.
4. Determine quanto vale a área limitada pelo gráfico velocidade-tempo.
5. Indique qual a relação entre a área limitada pelo gráfico velocidade-tempo e o deslocamento? (Figura 3-5)

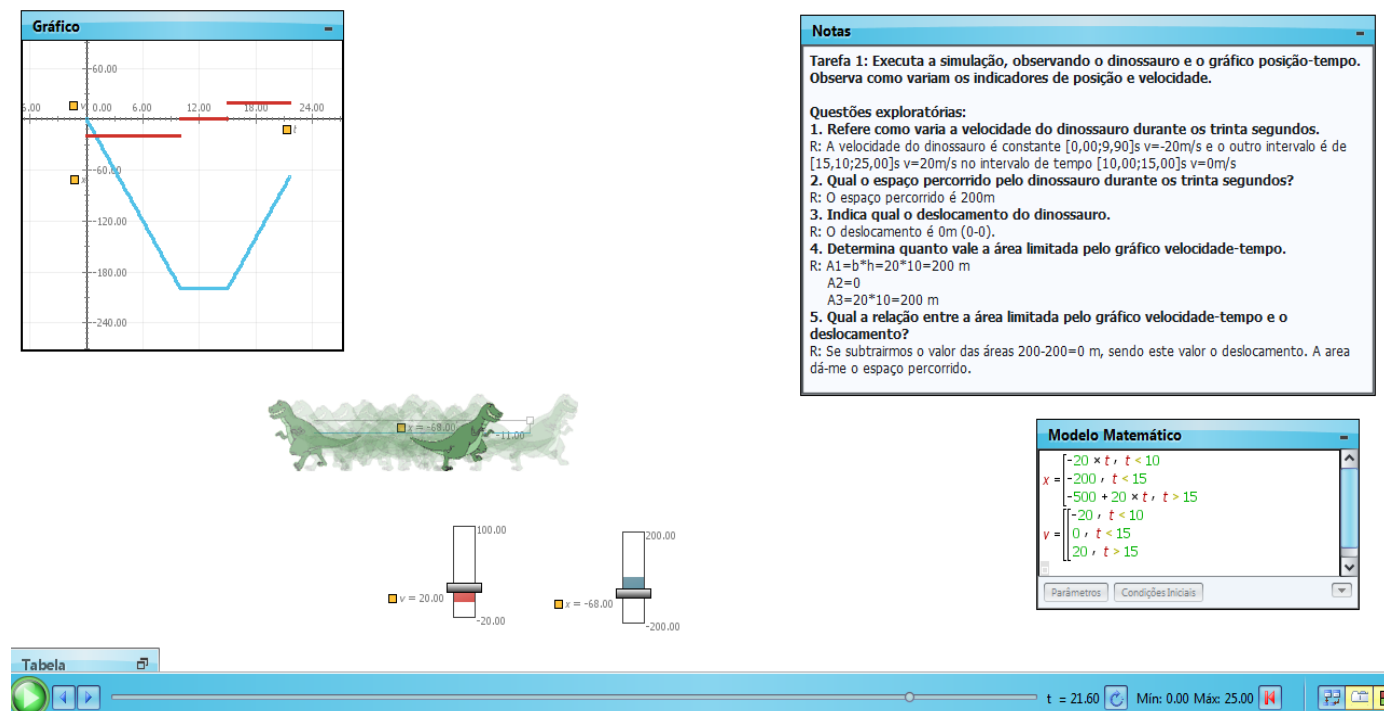


Figura 3-5 Imagem do ecrã, da atividade 3.1 C - Tarefa 1, 2 e 3 executada por um grupo de alunos, obtida a partir do programa Modellus.

Objetivos a atingir

1. Distinguir velocidade e aceleração;
2. Relacionar inclinação das retas do gráfico velocidade-tempo com a aceleração;
3. Relacionar a área do gráfico aceleração-tempo com a velocidade.
4. Calcular áreas abaixo das curvas cinemáticas.
5. Distinguir velocidade e aceleração;
6. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o espaço percorrido.
7. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o deslocamento.
8. Relacionar inclinação das retas do gráfico velocidade-tempo com a aceleração;
9. Relacionar a área do gráfico aceleração-tempo com a velocidade.

3.1 A, 3.1 B Executa-se a simulação e observa-se os dois gráficos (posição-tempo, velocidade-tempo). Em simultâneo pode-se observar a variação do deslocamento, velocidade e

aceleração nos indicadores de nível. Fazendo variar a velocidade no indicador de nível verificam-se alterações nos gráficos.

3.1A TAREFA 1: Execute a simulação, observando o foguetão e o gráfico velocidade-tempo. Observe como variam os indicadores de posição, velocidade e aceleração. Os indicadores de nível permitem alterar a aceleração, velocidade inicial e posição inicial do foguetão.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual é a relação entre a área no gráfico velocidade-tempo e o deslocamento medido no gráfico posição -tempo.

2. Indique qual é a relação entre a área no gráfico aceleração-tempo e a variação da velocidade medida no gráfico velocidade -tempo.

TAREFA 2: Varie a aceleração no indicador de nível. 1. Indique qual o efeito nos gráficos, posição-tempo e velocidade-tempo.

TAREFA 3: Varie a velocidade inicial no indicador de nível. 1. Indique qual o efeito nos gráficos, posição-tempo e velocidade-tempo (Figura 3-6).

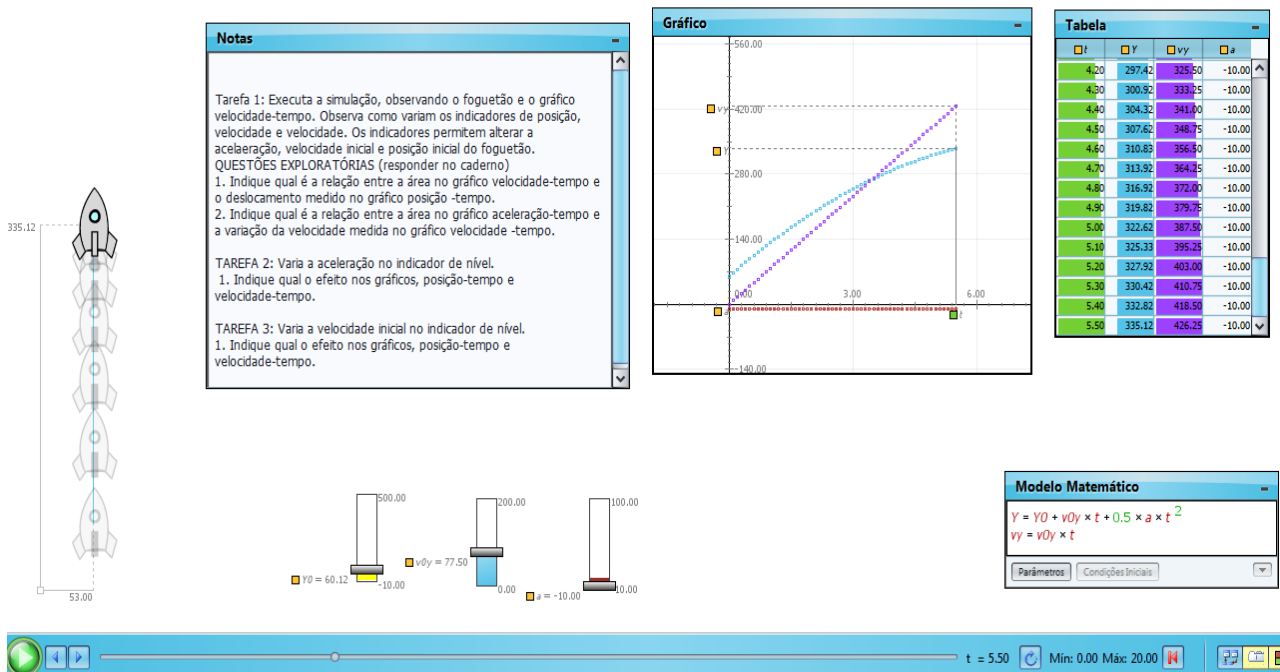


Figura 3-6 Imagem do ecrã da atividade 3-1 A - Tarefa 1, 2 e 3, obtida a partir do programa Modellus.

3.1B TAREFA 1: Execute a simulação, observando o carocha e o gráfico velocidade-tempo. Observe como variam os indicadores de posição, velocidade e velocidade. Os indicadores permitem alterar a aceleração, velocidade inicial e posição inicial do carocha.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual é a relação entre a área no gráfico velocidade-tempo e o deslocamento medido no gráfico posição -tempo.

2. Indique qual é a relação entre a área no gráfico aceleração-tempo e a variação da velocidade medida no gráfico velocidade -tempo.

TAREFA 2: Varia a aceleração no indicador de nível.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual o efeito nos gráficos, posição-tempo e velocidade-tempo.

TAREFA 3: Varia a velocidade inicial no indicador de nível.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique qual o efeito nos gráficos, posição-tempo e velocidade-tempo.

Objetivos a atingir

1. Distinguir velocidade e aceleração;
2. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o espaço percorrido;
3. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o deslocamento;

- Relacionar inclinação das retas do gráfico velocidade-tempo com a aceleração;
- Relacionar a área do gráfico aceleração-tempo com a velocidade;
- Distinguir o significado físico de inclinação de uma reta de gráfico cinemático, altura da reta de gráfico cinemático, área abaixo das curvas cinemáticas;
- Calcular inclinação de retas em gráficos cinemáticos;
- Calcular áreas abaixo das curvas cinemáticas.

Descrição da atividade e enunciado da atividade

4.1 A, 4.1 B Executa-se uma simulação onde um objeto ou vários objetos se movem, numa trajetória retilínea. Em simultâneo observam-se os vetores deslocamento, velocidade e aceleração a mudarem o sentido e o valor. Em 4.1 A o movimento é variado, em 4.1. B o movimento é uniforme.

4.1 ATAREFA 1. Um carro move-se numa trajetória retilínea. Execute a simulação e observe os vetores posição, velocidade e aceleração e os gráficos velocidade-tempo e aceleração-tempo.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

- Classifique o movimento de cada troço tendo em conta os gráficos velocidade-tempo e aceleração-tempo.
- Relacione o sentido dos vetores velocidade e aceleração com o tipo de movimento.
- Calcule o valor do declive das retas do gráfico velocidade-tempo em cada troço, utilizando os valores da tabela.
- Compare os valores obtidos em 2 com os valores da aceleração do gráfico aceleração-tempo.
- Com base em 3 e 4, refira como se pode saber o valor da aceleração a partir de um gráfico velocidade-tempo? (Figura 3-7)

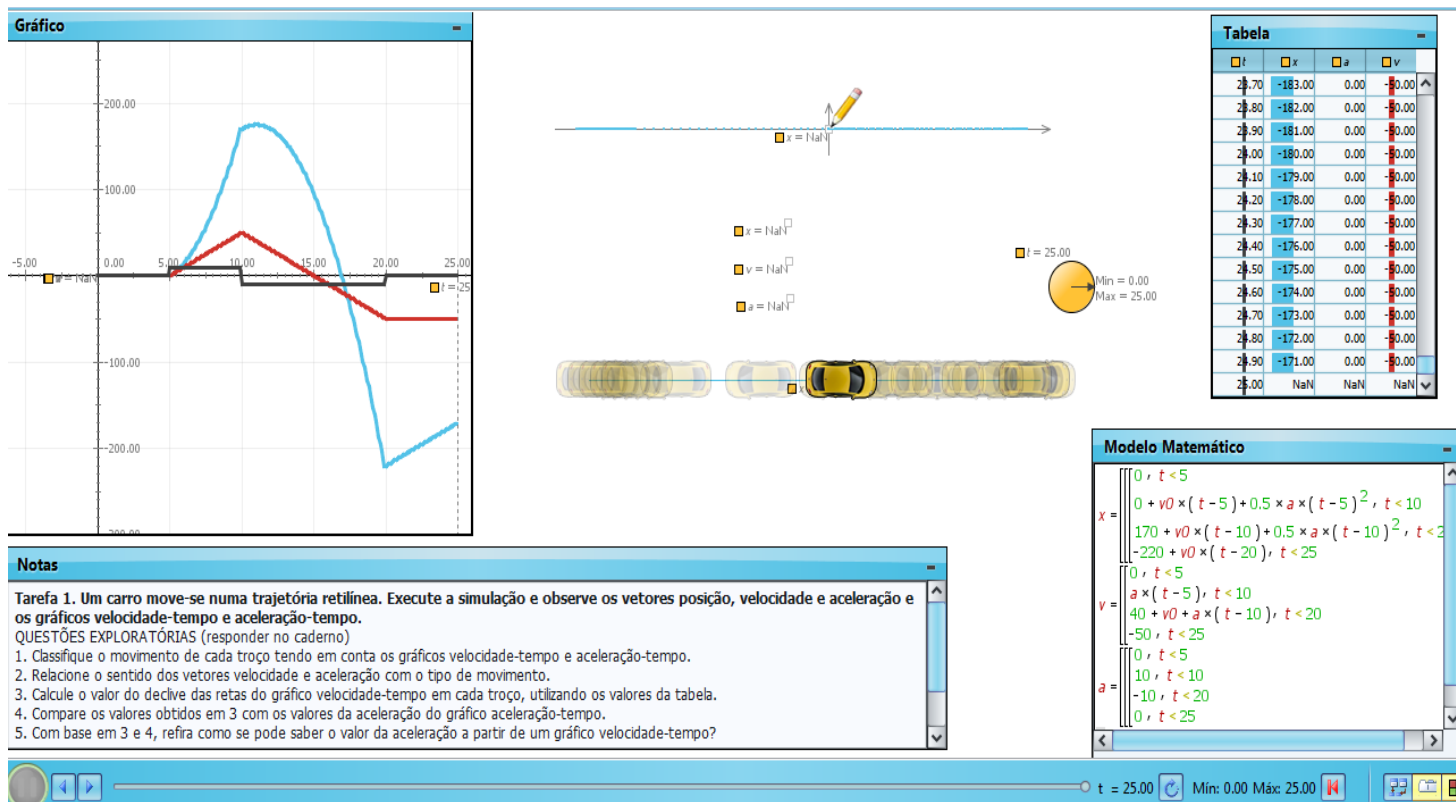


Figura 3-7 Imagem do ecrã, da atividade 4.1 A, obtida a partir do programa Modellus.

4.1 B TAREFA 1. Um carro move-se numa trajetória retilínea. Execute a simulação e observe os vetores posição, velocidade e os gráficos posição-tempo, velocidade-tempo e aceleração-tempo.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Classifique o movimento de cada troço tendo em conta os gráficos velocidade-tempo e aceleração-tempo.
2. Relacione o sentido dos vetores velocidade e aceleração com o tipo de movimento.
3. Indique qual o valor do declive das retas do gráfico velocidade-tempo em cada troço?
4. Compare os valores obtidos em 3 com os valores da aceleração do gráfico aceleração-tempo.
5. Com base em 3 e 4, refira como se pode saber o valor da aceleração a partir de um gráfico velocidade-tempo?

4.2 A Executa-se uma simulação do movimento de dois objetos, numa trajetória retilínea com movimento variado em sentidos opostos. Em simultâneo observa-se o traçado de gráficos e tabelas velocidade-posição e posição-tempo.

TAREFA 1: Execute a simulação, observando o "fofo" a correr em duas situações e o gráfico velocidade-tempo.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Observando o gráfico velocidade-tempo, compare as acelerações nas duas situações.
2. Compare os espaços percorridos nas duas situações.
3. Compare os deslocamentos nas duas situações descritas
4. Determine os valores das acelerações nas duas situações a partir dos dados da tabela.
5. Determine os valores dos deslocamentos pelo gráfico velocidade-tempo.
6. Observando os gráficos posição-tempo compare os deslocamentos nas duas situações.

TAREFA 2: Abra a janela do modelo Matemático e varie os valores dos parâmetros x_0 e aceleração.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Escreva o que acontece aos gráficos e aos valores determinados em 4, 5 e 6.

Objetivos a atingir

1. Distinguir espaço percorrido e deslocamento;
2. Distinguir velocidade e aceleração;
3. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o espaço percorrido.
4. Relacionar a área do gráfico velocidade tempo com o deslocamento.
5. Relacionar inclinação das retas do gráfico velocidade-tempo com a aceleração;
6. Relacionar a área do gráfico aceleração-tempo com a velocidade.
7. Distinguir o significado físico de inclinação de uma reta de gráfico cinemático, altura da reta de gráfico cinemático, área abaixo das curvas cinemáticas.
8. Calcular inclinação de retas em gráficos cinemáticos
9. Calcular áreas abaixo das curvas cinemáticas;
10. Calcular velocidades médias e acelerações a partir de valores tabelados;
11. Identificar os gráficos com os modelos matemáticos.

4.2 B Executa-se uma simulação do movimento de dois objetos, numa trajetória retilínea com movimento uniforme em sentidos opostos. Em simultâneo observa-se o traçado de gráficos e tabelas velocidade-posição e posição-tempo.

TAREFA 1: Execute a simulação, observando a bola a correr em duas situações e o gráfico posição-tempo.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Observando o gráfico posição-tempo, compare as velocidades da bola nas duas situações.
2. Compare os espaços percorridos nas duas situações.
3. Compare os deslocamentos nas duas situações apresentadas.
4. Determine os valores da velocidade nas duas situações a partir dos dados da tabela.

5. Determine os valores dos deslocamentos pelo gráfico posição-tempo.
 6. Observando os gráficos posição-tempo compare os deslocamentos nas duas situações.
- TAREFA 2: Abra a janela do modelo Matemático e varie os valores dos parâmetros x_0 e velocidade.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Descreva o que acontece aos gráficos e aos valores determinados em 4, 5 e 6.

4.3 Executa-se uma simulação do movimento de três objetos, numa trajetória retilínea com movimento variado em sentidos opostos. Em simultâneo observam-se os vetores, a variação do nível nos indicadores de nível bem o traçado de gráficos e tabelas velocidade-tempo e posição-tempo.

- TAREFA1: Execute a simulação e observe o gráfico e a tabela velocidade-tempo. Repita a simulação e observe os vetores aceleração e velocidade.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Compare as acelerações, os espaços percorridos, os deslocamentos.
 2. Calcule os valores da aceleração a partir de valores da tabela velocidade-tempo e os valores do deslocamento a partir do gráfico velocidade-tempo.
- TAREFA 2: Abra a janela do Modelo matemático e varie os valores dos parâmetros posição inicial. Compare as acelerações, os espaços percorridos, os deslocamentos.
- TAREFA 3: Abra a janela do Modelo matemático e varie os valores dos parâmetros velocidade inicial. Que alterações ocorrem nos movimentos.

4.3 A Executa-se uma simulação do movimento de três objetos, numa trajetória retilínea com movimento uniforme em sentidos opostos. Em simultâneo observa-se o traçado de gráficos e tabelas velocidade-tempo e posição-tempo.

- TAREFA 1: Execute a simulação e observe o gráfico e tabela posição-tempo.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Indique se algum dos objetos inverteu a marcha.
 2. Compare as duas velocidades, os espaços percorridos e os deslocamentos.
 3. Calcule os valores da velocidade a partir de valores da tabela.
 4. Calcule os valores do deslocamento a partir do gráfico posição tempo.
- TAREFA 2: Execute novamente as simulações variando os valores dos parâmetros x_0 e v .

4.3 B Executa-se uma simulação do movimento de três objetos, numa trajetória retilínea com movimento uniforme em sentidos opostos com condições iniciais diferentes. Em simultâneo observam-se os vetores e a variação do nível nos indicadores de nível bem como as tabelas velocidade-tempo e posição-tempo

- TAREFA1: Execute a simulação e observe o gráfico e tabela posição-tempo.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Indique se algum dos objetos inverteu a marcha.
 2. Compare as duas velocidades, os espaços percorridos e os deslocamentos.
 3. Calcule os valores da velocidade a partir de valores da tabela.
 4. Calcule os valores do deslocamento a partir do gráfico posição tempo.
- TAREFA 2 Execute novamente as simulações variando os valores dos parâmetros x_0 e v .

Após estas semanas foi novamente aplicado o teste TUG-K a toda a turma. Efetuou-se novamente um estudo estatístico sobre os resultados obtidos. Para esse efeito foram utilizadas análises com teste *t-student* (teste paramétrico) e estudou-se possíveis correlações.

Dado que este questionário já tinha sido validado em anteriores pesquisas, não se efetuou a análise da validade do mesmo, verificando-se somente o alfa de Cronbach.

3.4.2 Teste “Concepções relativas à força e ao movimento”

O instrumento utilizado para a recolha de dados foi um questionário já validado e aplicado em outras investigações educacionais, o “Teste sobre concepções relativas à força e movimento” adaptado por Silveira (Silveira, 1992) de Sebastia (Sebastia, 1984). Este teste avalia duas dimensões, a concepção de força segundo newton (Lei da Inércia e Lei do par ação-reação) e a compreensão da Lei Fundamental da dinâmica, Tabela 3-4.

Tabela 3-4 Objetivos do teste sobre concepções de forças e movimentos e questões correspondentes

Informação dada ao aluno	Objetivos (O aluno deve...)	Questões do teste
Enunciado e imagem	Identificar as forças envolvidas nas diferentes situações	1, 2, 3, 4, 5, 6 15,16,17,18, 19.
	Relacionar a resultante das forças com a aceleração	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Considerou-se que, se o aluno identifica as forças envolvidas em determinadas situações de acordo com a concepção Newton, apresentam a este objetivo, valores próximos de 11e que o aluno que apresenta nos restantes itens valores próximos de 8 consegue relacionar a resultante das forças com a aceleração.

Após a aplicação deste questionário, foram implementadas atividades extracurriculares, durante quatro semanas (Novembro e Dezembro), no primeiro período. Este trabalho foi desenvolvido individualmente. Após estas semanas foi novamente aplicado o teste “Concepções de força e movimento” a toda a turma os resultados obtidos foram recolhidos manualmente e tratados estatisticamente utilizando o programa Excel.

Objetivos a atingir

1. Associar o conceito de força a uma interação entre dois corpos;
2. Identificar e representar as forças que atuam em corpos em diversas situações reais;
3. Enunciar e interpretar a 3ª lei de Newton.

Descrição da atividade e enunciado da atividade

TAREFA 1.Desenhe no caderno algumas situações físicas: a queda de uma pedra, o lançamento oblíquo, a Lua a mover-se em torno do Planeta Terra.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Indique que corpos interatuam, identifique as forças que originam essas interações e representa-as no desenho.

TAREFA 2. Faz uma pesquisa bibliográfica sobre a vida e obra de Aristóteles.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)

1. Resuma a pesquisa bibliográfica centrando-a na obra de Aristóteles.
2. Indique como explicava Aristóteles o movimento dos corpos acima referidos.

Objetivos a atingir

1. Interpretar o movimento da Terra e de outros planetas em volta do Sol, da Lua em volta da Terra e a queda dos corpos à superfície da Terra como resultado da interação gravitacional
2. Associar o conceito de força a uma interação entre dois corpos;

Descrição da atividade e enunciado da atividade

- TAREFA 1. Desenhe no caderno a Lua a mover-se em torno do Planeta Terra, e o Planeta Terra em torno do Sol.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Indique que corpos interatuam e que forças originam essas interações.
- TAREFA 2. Efetue uma pesquisa sobre Copérnico, Kepler e Galileu
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Escreva um pequeno texto onde refira a importância de Copérnico e Kepler para o desenvolvimento da ciência.
 2. Como explicava Galileu o movimento dos corpos acima referidos.

Objetivos a atingir

1. Enunciar e interpretar a segunda lei de Newton
2. Relacionar a resultante das forças que atuam num corpo com a aceleração a que um corpo fica sujeito ($F_r = a \times m$)

Descrição da atividade e enunciado da atividade

- TAREFA 1. Pesquisa as concepções de movimento segundo Newton.
- QUESTÕES EXPLORATÓRIAS (responder no caderno)
1. Escreva um pequeno texto onde confronte o ponto de vista de Aristóteles, relativamente aos movimentos não naturais, com a interpretação de Galileu e Newton.

Objetivos a atingir

1. Confrontar a interpretação do movimento segundo as leis de Newton com os pontos de vista de Aristóteles e Galileu

Descrição da atividade e enunciado da atividade

- TAREFA 1. Escreva um pequeno texto onde confronte as concepções de movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton

3.4.3 Consistência interna e validade dos testes aplicados

A validade do teste TUG-K (Test of understanding graphs in kinetics), isto é em que medida este teste consegue medir aquilo que efetivamente se pretende que seja medido (Tukman, pág. 257, 2002), foi verificada inicialmente por Beichner na sua pesquisa (desde 1994) e em todas as investigações educacionais que o tem utilizado. Também neste trabalho se avaliou a consistência interna pela determinação do Alfa de Cronbach do pré-teste, método que permite calcular o coeficiente de consistência interna de um instrumento utilizando a variância

dos itens. Avaliou-se também o índice de discriminação e o índice de facilidade dos itens á luz da Teoria clássica dos testes (TCT).

Verificou-se ainda a fidelidade por teste - post-teste, no caso do teste TUG-K correlacionado a classificação de cada aluno no pré-teste e no post-teste. Os valores podem variar entre zero e um, sendo considerados bons indicadores de fidelidade coeficientes próximos da unidade (Tukman, 2002).

Os mesmos procedimentos foram executado para o teste sobre “Concepções de forças e movimento”. Determinou-se a consistência interna do questionário pelo Alfa de Cronbach e os parâmetros psicométricos facilidade e discriminação dos itens utilizados no mesmo. A fidelidade foi verificada utilizando teste-post-teste.

4 Apresentação e discussão de resultados

4.1 Apresentação dos resultados do teste TUG-K

No início desta investigação os alunos dos grupos de controlo (grupo I) e experimental (grupo II) foram submetidos a um pré-teste (questionário TUG-K), cujo objetivo foi verificar as suas dificuldades a nível da cinemática. Os objetivos avaliados neste questionário foram não só a determinação de grandezas físicas como o deslocamento, a velocidade, a aceleração ou a variação da velocidade, mas também a capacidade de selecionar gráficos a partir de gráficos, textos ou selecionar textos a partir de gráficos. Seguiu-se um período onde foi aplicado uma metodologia de trabalho que consistia na utilização um programa informático, Modellus, com o objetivo de mitigar as dificuldades diagnosticadas. No final deste período efetuou-se novamente o teste, tendo-se analisado os resultados obtido. Seguidamente apresentam-se os resultados da facilidade e discriminação dos itens do questionário TUG-K no pré-teste., Tabela 4-1.

Tabela 4-1 Facilidade (f) e discriminação (d) dos itens do questionário TUG-K para a toda a população da amostra.

ITEM	CHAVE	A		B		C		D		E	
		f	d	f	d	f	d	f	d	f	d
1	B	0,52	-0,610	0,22	-0,749	0,04	-0,136	0,17	0,057	0,00	0,000
2	E	0,00	0,000	0,17	-0,293	0,22	-0,379	0,13	-0,198	0,43	-0,694
3	D	0,09	-0,020	0,00	0,000	0,13	-0,321	0,70	0,322	0,04	-0,136
4	D	0,00	0,000	0,17	-0,358	0,09	-0,370	0,22	-0,708	0,48	-0,063
5	C	0,00	0,000	0,00	0,000	0,83	0,315	0,04	-0,217	0,09	-0,223
6	B	0,35	-0,138	0,13	-0,393	0,09	0,215	0,09	0,097	0,30	-0,332
7	A	0,13	-0,540	0,22	-0,002	0,09	-0,020	0,30	-0,296	0,04	-0,095
8	D	0,09	-0,197	0,48	-0,401	0,04	-0,217	0,30	-0,713	0,04	-0,136
9	E	0,00	0,000	0,61	-0,665	0,04	0,270	0,09	0,068	0,22	-0,588
10	A	0,35	-0,769	0,09	-0,050	0,39	-0,526	0,04	0,136	0,04	-0,217
11	D	0,13	-0,198	0,17	-0,271	0,09	-0,370	0,43	-0,694	0,13	-0,149
12	B	0,17	-0,402	0,61	-0,529	0,04	0,026	0,00	0,000	0,13	-0,293
13	D	0,09	-0,109	0,04	-0,177	0,30	-0,062	0,52	0,192	0,00	0,000
14	B	0,17	-0,271	0,52	-0,511	0,04	-0,177	0,17	-0,196	0,04	-0,177
15	A	0,61	-0,536	0,04	-0,217	0,00	0,000	0,09	-0,256	0,22	-0,336
16	D	0,00	0,000	0,39	-0,292	0,39	-0,070	0,13	-0,589	0,00	0,000
17	A	0,30	-0,478	0,26	-0,296	0,09	0,038	0,09	-0,167	0,17	-0,074
18	B	0,04	-0,177	0,43	-0,761	0,30	-0,466	0,09	-0,226	0,04	-0,177
19	C	0,00	0,000	0,09	-0,226	0,48	0,484	0,17	-0,205	0,13	-0,205
20	E	0,26	-0,404	0,09	-0,285	0,13	-0,050	0,04	-0,177	0,43	-0,644
21	A	0,22	-0,548	0,57	-0,202	0,04	-0,177	0,09	-0,197	0,00	0,000

Pela observação da Tabela 4-1, verifica-se que, para os itens com resposta correta a discriminação é positiva e para as opções incorretas esta é negativa.

Analizou-se também o grau de facilidade dos itens do questionário face à amostra (grupo de controlo e grupo experimental), verificando que a maioria dos itens se encontra no grau de dificuldade médio, Tabela 4-2.

Tabela 4-2 Grau de facilidade dos itens do questionário TUG-K para a população estudada.

Grau de facilidade	Difícil	Médio	Fácil	Muito fácil
Escala	0-15	16-50	51-85	85 - 100
Item	6, 7	1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21	3, 5, 12, 13, 14, 15	

Estudou-se ainda o grau de discriminação dos itens na população em estudo, verificando-se que 81% das questões apresentam um grau de índice de discriminação elevado, Tabela 4-3.

Tabela 4-3 Grau de discriminação dos itens do questionário TUG-K para a população.

Grau de discriminação	Pouco discriminatória (0-0,20)	Discriminatória (0,21-0,40)	Muito discriminatória (0,41 a 1,0)
Item	13	3,5,6	2,4,7,8,9,10,11,12,14,15,16,17, 18,19,20,21

Sendo a percentagem de itens com poder de discriminação elevado, o questionário permitiu identificar com razoável precisão os alunos que “aprenderam mais” e os que aprenderam menos. A representação gráfica da dispersão dos itens, segundo o índice da discriminação e de facilidade apresenta-se seguidamente, Figura 4-1.

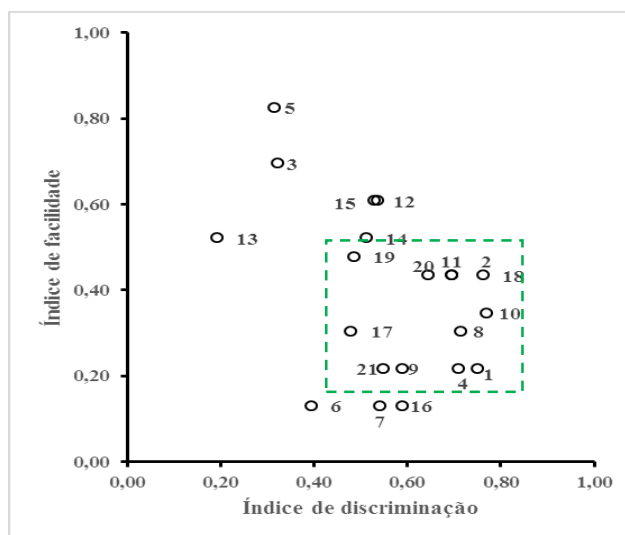


Figura 4-1 Dispersão dos itens, de índice de discriminação em função do índice da facilidade. Em destaque os itens que apresentam um índice de discriminação e de facilidade que permite obter melhor informação sobre o desempenho dos alunos.

Os parâmetros psicométricos estudados, facilidade e discriminação, permitem concluir que quase todos os itens possibilitam discriminar o desempenho dos alunos. É possível utilizar os itens 2, 11, 18 e 20 e identificar com alguma precisão os alunos que “aprenderam mais” e tiveram sucesso no teste e os que “aprenderam menos”.

Analizou-se ainda a consistência interna do teste através do coeficiente alfa de Cronbach, verificando-se que no pré-teste, este é de 0,89, o que indica elevada fidelidade (o instrumento utilizado mede aquilo que efetivamente se pretende que seja medido) e um elevado grau de consistência interna do questionário.

4.1.1 Média de testes e ganhos

Inicialmente foram analisadas as médias de cada aluno no pré-teste e no post-teste. Tendo-se verificado que a maior parte dos alunos, independentemente do grupo a que pertencem, não atinge nível positivo no pré-teste, Figura 4-2 A, B.

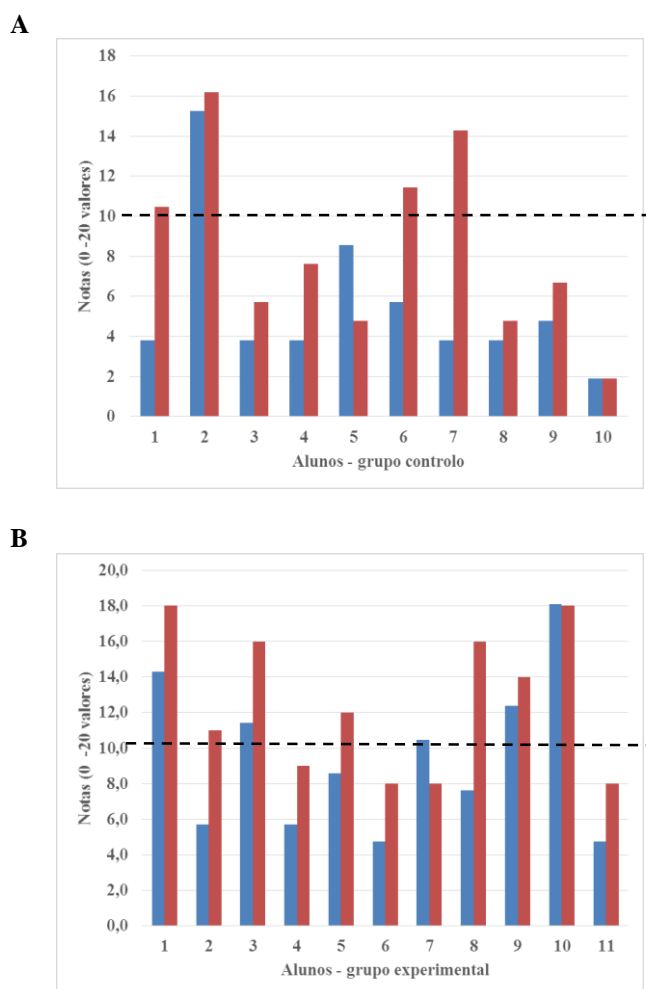


Figura 4-2 Notas dos alunos numa escala de 0 a 20 valores, no pré-teste (azul) e no post-teste (vermelho) do (A) grupo de controlo (grupo I) e do (B) grupo experimental (grupo I).

Comparando as notas do pré-teste e do post-teste verifica-se que no grupo de controlo aumentou o número de alunos com notas superiores a dez (Figura 4-2 A). Analisando os resultados dos alunos do grupo experimental verifica-se que há mais alunos a alcançarem valores superiores a dez no pré-teste e que este número aumenta no post-teste (Figura 4-2 B). As notas do post-teste apresentam uma ligeira melhoria para alguns alunos de ambos os

grupos que se reflete num maior número de alunos com nota superior a dez valores, Figura 4-2.

Foi também analisada a média das notas obtidas por cada grupo de alunos (grupo experimental e grupo de controlo) e o desvio padrão das mesmas. Utilizou-se como definição de ganho absoluto (ou simplesmente ganho), a diferença entre as notas do post-teste e do pré-teste e de ganho médio como sendo a média aritmética dos ganhos absolutos dos alunos, Figura 4-3.

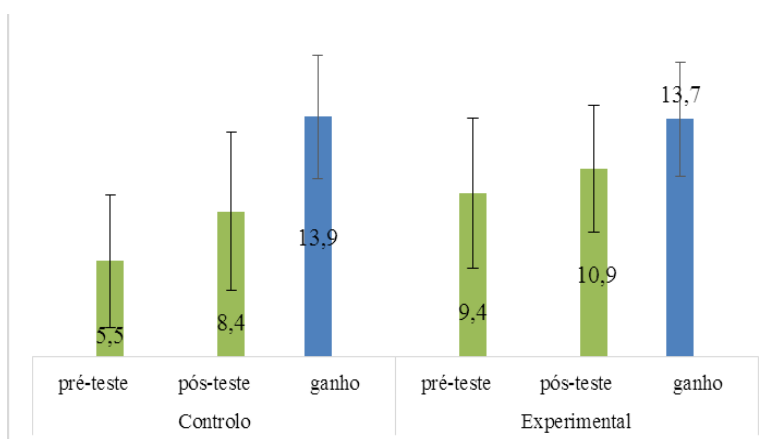


Figura 4-3 Média das notas dos testes e dos ganhos médios do grupo de controlo (grupo I) e do grupo experimental (grupo II) no pré-teste e no post-teste.

A partir análise dos resultados do pré-teste e post-teste TUG-K foi possível verificar que a média das classificações, atribuindo 1 ponto a cada resposta certa, situa-se para o grupo de controlo em torno de 5,5, numa escala de 0 a 20, com elevado desvio-padrão ($M=5,5$, $SD=3,8$). Já para o grupo experimental essa média situa-se em 9,4 sendo o desvio padrão maior ($M=9,4$, $SD=4,3$). A média da nota do post-teste no grupo de controlo continua a ser negativa ($M=8,4$, $SD=4,6$), alcançando um valor positivo no grupo experimental ($M=10,9$, $SD=3,7$).

Confirmou-se, pelos resultados apresentados que o ganho nos dois grupos foi semelhante, o que pode ser explicado pelo facto de durante o tempo desta investigação os alunos estarem a lecionar física e isso ter implicado muitas vezes a análise de gráficos, e a interpretação e compreensão de enunciados. No entanto verifica-se que este ganho para os alunos do grupo experimental permitiu a maior número de alunos alcançarem notas positivas.

4.1.2 Apresentação dos resultados do teste TUK-G aplicado ao grupo de controlo

Os resultados obtidos a partir do teste TUK-G aplicado ao grupo de controlo (grupo I) foram tabelados tendo-se previamente definido como ganho relativo de cada grupo, a média aritmética dos ganhos relativos de cada aluno, Tabela 4-4.

Tabela 4-4 Objetivos, itens e percentagem de alunos que respondeu corretamente ao item, no grupo de controlo (N=10) (grupo I) em dois momentos diferentes, no pré-teste e no post-teste.

Objetivos a avaliar	Item	Pré-teste				Post-teste				Ganhos					
		% de alunos que acertou	M	SD	SE	% de alunos que acertou	M	SD	SE	% de melhoria	M	SD	SE	t-Student	correlação
Determinar da velocidade	5	80%	57%	21%	7%	70%	47%	21%	6%	-10%	10%	0%	0%	-	1,00
	13	50%				40%				-10%					
	17	40%				30%				-10%					
Determinar a aceleração	2	40%	23%	15%	5%	60%	40%	20%	6%	20%	17%	5%	1%	0,04	0,98
	6	20%				40%				20%					
	7	10%				20%				10%					
Determinar deslocamentos	4	0%	13%	12%	4%	10%	50%	40%	12%	10%	37%	25%	8%	0,17	0,87
	18	20%				50%				30%					
	20	20%				90%				70%					
Determinar variação da velocidade	1	20%	13%	12%	4%	30%	20%	10%	3%	10%	7%	5%	1%	0,18	0,87
	10	20%				20%				0%					
	16	0%				10%				10%					
Selecionar um gráfico correspondente a partir de um gráfico	11	20%	33%	15%	5%	20%	43%	21%	6%	0%	10%	14%	4%	0,42	0,58
	14	50%				50%				0%					
	15	30%				60%				30%					
Selecionar descrição textual a partir de um gráfico	3	40%	27%	15%	5%	30%	50%	26%	8%	-10%	23%	25%	8%	0,32	0,00
	8	30%				80%				50%					
	21	10%				40%				30%					
Selecionar gráficos correspondente a partir de um texto	9	10%	33%	21%	7%	30%	47%	21%	6%	20%	13%	9%	3%	0,18	0,85
	12	50%				70%				20%					
	19	40%				40%				0%					

O módulo do coeficiente de correlação entre duas variáveis para 95% de probabilidades e N=10 é 0,576

Verifica-se que o desempenho médio melhorou em média para 61,9 % das questões, ocorrendo pior resultado somente para 19,0 %, não tendo havido alteração no nível de desempenho para 19,1 % dos itens. Em alguns objetivos há uma elevada correlação entre as respostas no post-teste e no pré-teste, mas não existe correlação quanto ao objetivo "Selecionar descrição textual a partir de um gráfico". Constatou-se ainda que estes alunos apresentam grandes dificuldades ao nível da interpretação e compreensão de gráficos. Sendo no entanto esta dificuldade mais sentida quando analisam gráficos velocidade-tempo. A determinação de grandezas cinemáticas como a velocidade instantânea, a aceleração e o deslocamento revelaram grandes lacunas a nível do significado das grandezas e da relação destas com a interpretação de gráficos.

Utilizou-se ainda neste trabalho a definição de *ganho relativo* dada por Halloun (2007) $\text{Ganho relativo} = [(\text{nota do post-teste} - \text{nota do pré-teste}) / (21 - \text{nota do pré-teste})]$. Este pode ser negativo, nulo ou positivo, consoante o aluno desça, mantenha ou suba a sua classificação, apresentando como valor máximo a unidade, no caso de o aluno acertar nas 21 questões no post-teste. Pelo gráfico do ganho relativo por aluno é possível verificar que os resultados melhoraram nos post-teste para quase todos os alunos havendo um único aluno que piorou, Figura 4-4.

Com a exceção de um aluno no grupo de controlo, todos os outros apresentam ganhos positivos o que reflete um melhor desempenho no post-teste, variando o ganho relativo de 0,65 (maior ganho relativo) a -0,33 (menor ganho relativo). No entanto esta melhoria não se refletiu num aumento significativo do número de alunos a terem 50 % dos itens corretamente respondidos.

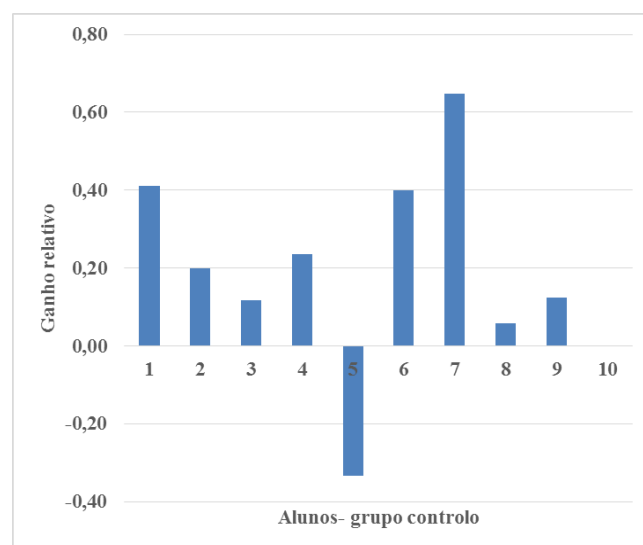


Figura 4-4 Ganho relativo por aluno no grupo de controlo (grupo I).

4.1.3 Apresentação dos resultados do teste TUG-K aplicado ao grupo de experimental.

Os resultados obtidos a partir do teste TUG-K aplicado ao grupo experimental (grupo II) foram também tabelados, Tabela 4-5.

Tabela 4-5 Objetivos, itens e percentagem de alunos que respondeu corretamente ao item, no grupo experimental (N=11) (grupo Î) em dois momentos diferentes, no pré-teste e no post-teste.

Objetivos a avaliar	Item	Pré-teste				Post-teste				Ganhos					
		% De alunos que acertou	M	SD	SE	% De alunos que acertou	M	SD	SE	% de melhoria	M	SD	SE	t-Student	Correlação
Determinar da velocidade	5	91%	55%	36%	11%	82%	64%	18%	5%	-9%	9%	15%	4%	0,09	0,67
	13	55%				64%				9%					
	17	18%				45%				27%					
Determinar a aceleração	2	45%	21%	23%	7%	82%	58%	23%	7%	36%	36%	0%	0%	0,36	1,00
	6	0%				36%				36%					
	7	18%				55%				36%					
Determinar deslocamentos	4	36%	58%	19%	6%	36%	70%	29%	9%	0%	12%	11%	3%	0,09	0,92
	18	73%				82%				9%					
	20	64%				91%				27%					
Determinar variação da velocidade	1	27%	30%	14%	4%	55%	48%	19%	6%	27%	18%	7%	2%	0,18	0,89
	10	45%				64%				18%					
	16	18%				27%				9%					
Selecionar um gráfico correspondente a partir de um gráfico	11	55%	70%	26%	8%	64%	58%	5%	2%	9%	-12%	24%	7%	0	-0,50
	14	55%				55%				0%					
	15	100%				55%				-45%					
Selecionar descrição textual a partir de um gráfico	3	82%	45%	31%	9%	82%	61%	23%	7%	0%	15%	15%	5%	0,09	0,80
	8	27%				36%				9%					
	21	27%				64%				36%					
Selecionar gráficos correspondente a partir de um texto	9	18%	42%	23%	7%	27%	61%	32%	10%	9%	18%	7%	2%	0,18	1,00
	12	64%				91%				27%					
	19	45%				64%				18%					

N=11, módulo do coeficiente de correlação entre duas variáveis para 95 % de probabilidades e N=11 é 0,553.

Verifica-se que o desempenho melhorou em média para 85,7 % das questões, ocorrendo pior resultado somente para 4,8%, não tendo havido alteração no nível de desempenho para 9,5 % das questões. No grupo experimental há uma elevada correlação entre as respostas corretas do pré-teste e do post-teste em todos os objetivos.

Seguidamente apresenta-se o gráfico com os ganhos relativos de cada aluno do grupo experimental, Figura 4-5.

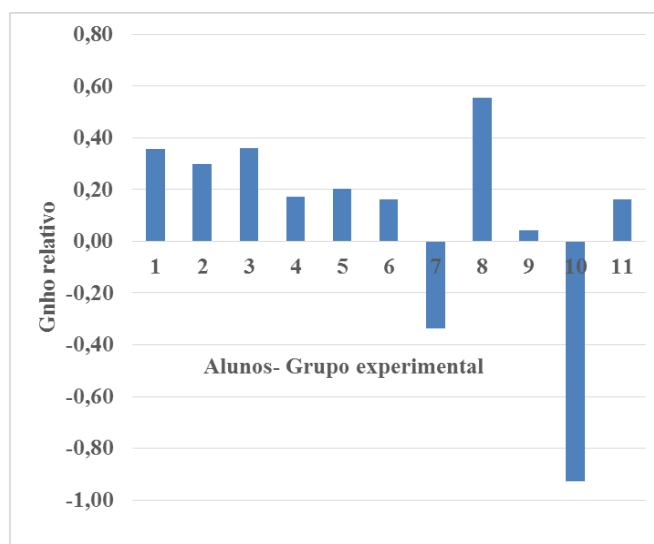


Figura 4-5 Ganho relativo do grupo experimental (grupo I).

Pela observação do gráfico de ganhos relativos de cada aluno no grupo experimental verifica-se que dois dos alunos deste grupo pioram o nível de desempenho do pré-teste para o post-teste. A gama de valores do ganho relativo varia entre 0,56 a -0,93. Quatro alunos apresentaram ganho entre 0,20 e 0,60, apresentando 5 alunos ganhos entre 0,05 e 0,20.

4.1.4 Discussão dos resultados obtidos no teste TUG-K

Para se perceber os resultados obtidos é necessário analisar individualmente cada um dos objetivos analisados. Os objetivos formam agrupados em objetivos relacionados com o conhecimento de grandezas físicas cinéticas, como o deslocamento, a velocidade, a variação de velocidade e a aceleração, e em objetivos que impliquem interpretação e compreensão de textos escritos ou gráficos.

Ambos os grupos apresentaram ganhos absolutos no post-teste para a determinação do deslocamento, da variação da velocidade e da aceleração, no entanto o grupo de controlo apresentou um ganho absoluto negativo no que se refere ao objetivo, “Determinação da velocidade”, Figura 4-6. A determinação da velocidade a partir dos gráfico posição-tempo do TUG-K, implica o aluno dominar a determinação de declives em várias situações, verificando-

se que os alunos tem dificuldades de determinar declives quando a linha que descreve o movimento não passa pela origem (Tabela 4-4 e Tabela 4-6, itens 6, 7 e 17).

Verifica-se ainda que, o grupo de controlo apresenta um ganho reduzido na determinação da variação da velocidade e o maior ganho na determinação do deslocamento, Figura 4-6 A e C. O primeiro objetivo (determinação da variação da velocidade a partir de um gráfico aceleração em função do tempo) implica relacionar a área do gráfico aceleração - tempo com a variação da velocidade, e o segundo relacionar a área do gráfico velocidade - tempo com o deslocamento.

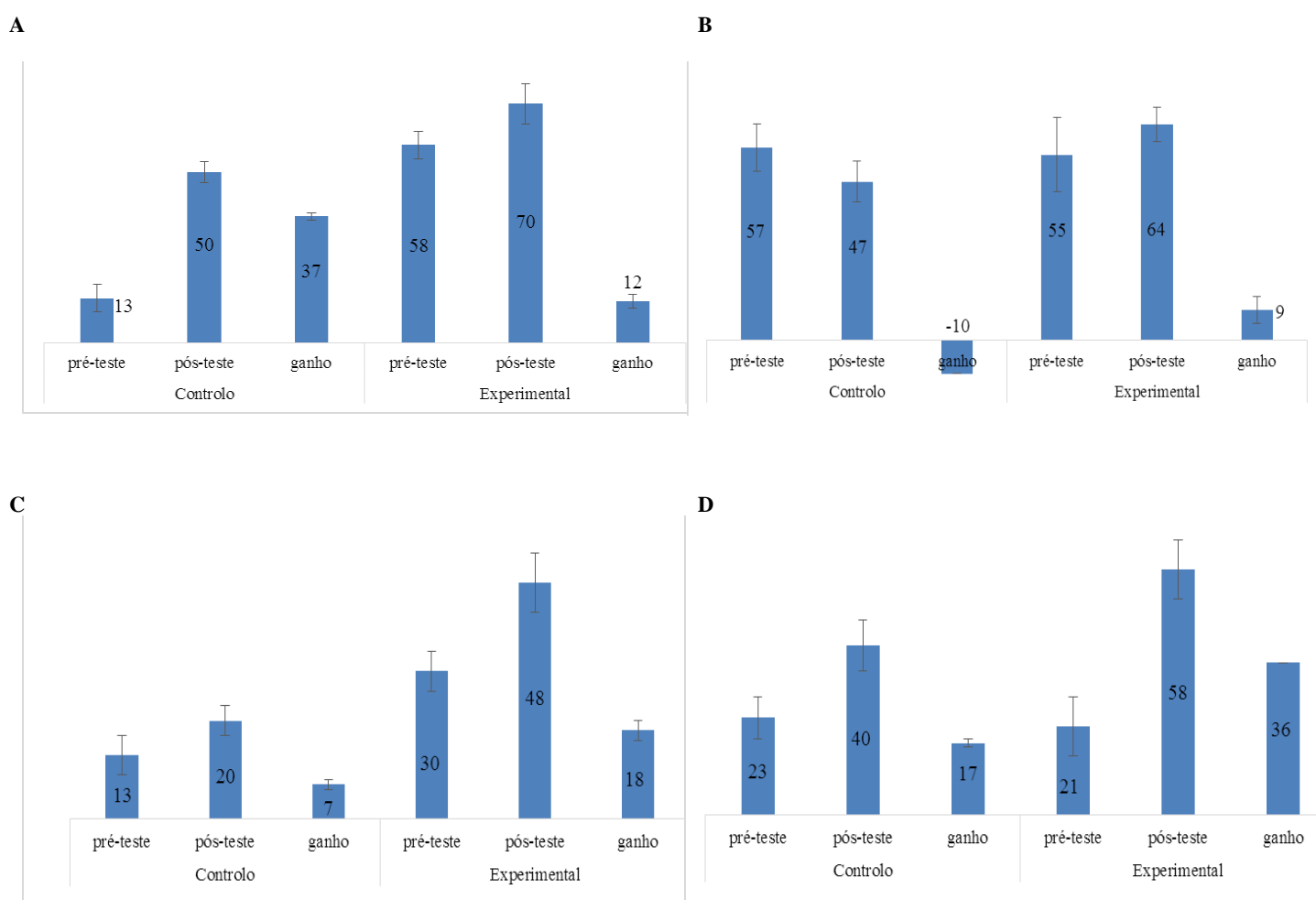


Figura 4-6 Gráficos dos resultados da aplicação do questionário TUG-K, onde se apresentam as percentagens médias dos certos dos itens do questionário e os desvios padrão em cada grupo no pré-teste, no post-teste e a média dos ganhos absolutos. (A) Determinação do deslocamento, (B) determinação da velocidade, (C) determinação da variação da velocidade, e (D) determinação da aceleração.

Os resultados apresentados, Figura 4-6, mostram que embora o ganho seja elevado no grupo de controlo, este ganho ainda não permite que a maioria dos alunos atinja valores positivos, nos objetivos estudados, ou seja ainda apresentam desempenhos negativos.

No grupo experimental o menor ganho ocorreu na determinação da velocidade a partir de um gráfico posição em função do tempo e na determinação do deslocamento a partir de um

gráfico velocidade em função do tempo. Alcançar o primeiro objetivo (determinação da velocidade a partir de um gráfico posição em função do tempo) implicava o aluno saber determinar o declive da reta quando esta passa ou não na origem e relacioná-lo com a velocidade do corpo, o segundo (determinação do deslocamento a partir de um gráfico velocidade em função do tempo) implicava o aluno relacionar a área do gráfico com o deslocamento. No grupo experimental o objetivo que apresentou maior ganho ou seja maior grau de desempenho foi a determinação da aceleração a partir de um gráfico velocidade-tempo. Verifica-se no entanto que o desempenho do grupo relativamente ao objetivo “determinação da variação da velocidade” ainda é inferior a 50%.

Outros objetivos avaliados no TUG-K estão relacionados com a interpretação e compreensão de enunciados gráficos ou em texto, Figura 4-7. Estes foram também analisados, verificando-se que há um maior equilíbrio entre os ganhos de ambos os grupos. No entanto, no grupo experimental os alunos apresentam em média melhores resultados, o que sugere que a utilização do software Modellus melhora o seu desempenho.

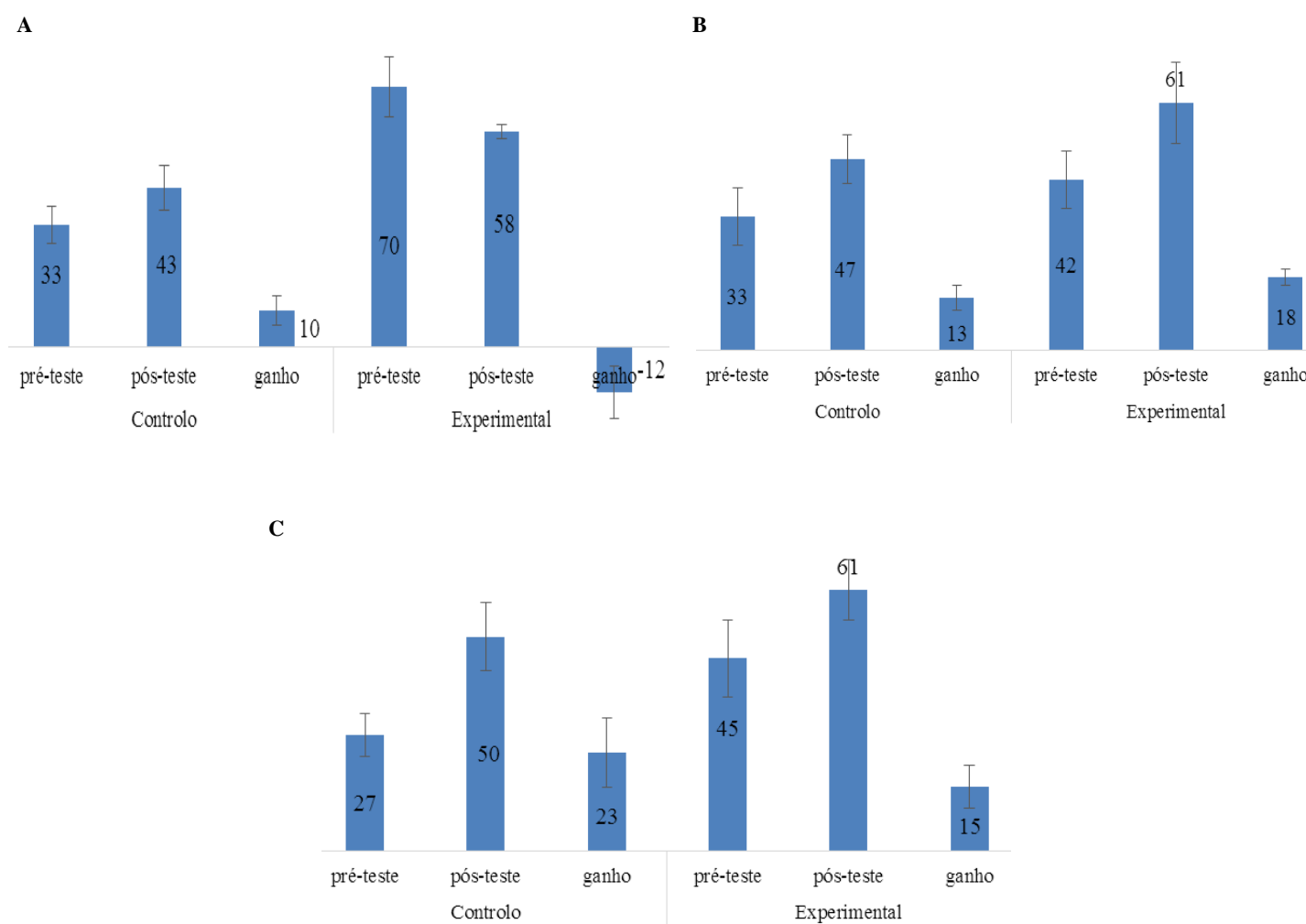


Figura 4-7 Gráficos dos resultados da aplicação do questionário TUG-K, onde se apresentam as percentagens médias e erros em cada grupo no pré-teste, post-teste e a média dos ganhos absolutos.

(A) Seleção de gráficos a partir de um gráfico, (B) seleção de um gráfico a partir de um texto, (C) selecionar descrição textual.

Pela observação dos gráficos (Figura 4-7 A) é possível constatar que o grupo experimental apresenta um ganho negativo em relação à seleção de gráficos a partir de um gráfico. Estes resultados sugerem que os alunos veem os gráficos como fotografias da situação, não percebendo que estes deverão mudar de aparência quando se muda a variável na ordenada (variável dependente).

O facto de ambos os grupos apresentarem melhoria ao longo do tempo da intervenção, em objetivos relacionados com a compreensão e interpretação bem como análise de gráficos ou textos poderá ser explicado pelo facto de durante este tempo, os alunos continuarem a ter a lecionação da disciplina de Física, onde em sala de aulas continuavam a debater e explorar estes temas, Figura 4-8.

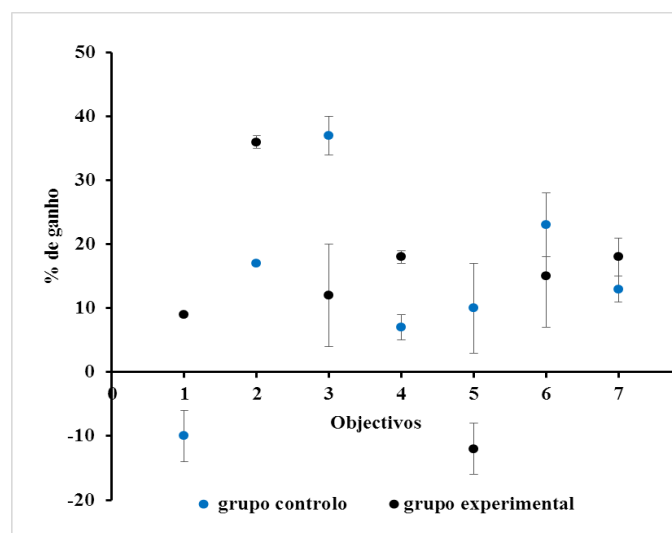


Figura 4-8 Gráfico da percentagem de ganho médio relativo com o respetivo desvio padrão em relação a cada um dos objetivos analisados. (1) Determinação da velocidade, (2) determinação da aceleração, (3) determinação do deslocamento, (4) determinação da variação da velocidade, (5) selecionar partir de um gráfico, (6) selecionar descrição textual e (7) selecionar a partir de um texto. (●) Grupo de controlo, (●) Grupo experimental.

Em objetivos como o 1 (Determinação da velocidade a partir de um gráfico posição-tempo), 3 (Determinação do deslocamento a partir de um gráfico velocidade-tempo), 5 (selecionar descrição textual a partir de um gráfico) e 6 (selecionar gráfico a partir de uma descrição textual), há grandes variações nos ganhos médios de cada grupo (desvios padrão elevados), Figura 4-8. Este facto poderá indicar que no conjunto de questões utilizadas para avaliar cada objetivo houve uma acentuada diferença no ganho médio nas diferentes questões (Tabela 4-4 e 4-5). Nos restantes objetivos essa variação é reduzida podendo significar que, para estes, a maior parte dos alunos apresenta dificuldades nos mesmos itens.

Estudos sobre a utilização do Modellus como ferramenta de aprendizagem em cinemática foram realizados por outros investigadores. Num dos estudos os investigadores

utilizaram uma metodologia semelhante á utilizada neste estudo (Araújo e Veit, 2008 e Ramos, 2011). Os elementos do grupo experimental realizaram atividades exploratórias com modelos criados pelos investigadores. Noutro estudo o investigador pediu aos elementos do grupo experimental a apresentação de um modelo elaborado com o Modellus (Becerra, 2005). Também foi analisada a utilização do Modellus pelos alunos após a realização de tarefas que implicavam a recolha de dados experimentais e a criação de modelos a partir desses dados (Teodoro, 2009). Em todos estes estudos verificou-se que, tal como no presente trabalho de investigação, a utilização do programa Modellus permitiu um melhor entendimento dos movimentos/cinemática, o que foi justificado pelo facto de este permitir múltiplas representações (gráficos, tabelas e animações) e de proporcionar a análise de situações em ambientes reais de aprendizagem. No entanto o facto de esta ferramenta exigir algum domínio dos aspetos técnicos do programa foi apontado como ponto fraco do mesmo (Becerra, 2005, Teodoro, 2009). No presente trabalho os alunos do grupo experimental voluntariam-se para trabalhar com o Modellus, não tendo havido qualquer resistência à sua utilização. O professor que desenvolveu o estudo investigativo também dominava o programa o que permitiu esclarecer dúvidas e a utilização do programa durante a lecionação da Física do 11.º ano tanto nas aulas teóricas como nas aulas de carácter experimental.

4.2 Apresentação dos Resultados do teste sobre “Concepções de força e movimento”

Pretendeu-se estudar o impacto do uso de um instrumento utilizando no ensino por mudança conceptual- ensino associado a mudanças conceituais alternativas dos alunos para conceitos científicos- na alteração das noções de forças e movimento apreendidas pelos alunos. Utilizou-se como instrumento de trabalho a *história de ciência*, cuja vertente epistemológica se baseia na visão de Khun que considera que a construção da Ciência ocorre por mudança paradigmática (Cachapuz, 2001). Esta proposta é apresentada no Currículo Nacional do Ensino Secundário, sendo considerada uma das estratégias que o professor poderá usar para alterar as concepções alternativas dos alunos.

Neste estudo o grupo experimental (Grupo I) foi o grupo de controlo do ensaio anterior (N=10) e o grupo de controlo (grupo II) foi o grupo experimental do ensaio anterior (N=11).

Utilizou-se o teste sobre “Concepções de força e movimento” de Silveira (1992), uma vez que nele estavam algumas situações com que os alunos se iriam deparar ao longo do período, no estudo do Tema “Movimentos na Terra e no Espaço”. Pretendeu-se aferir os conhecimentos dos alunos em relação á noção de força e de movimentos.

Iniciou-se o estudo dos resultados da aplicação do teste sobre concepções de força e movimento, pela análise da facilidade, discriminação dos itens do questionário, Tabela 4.6.

Tabela 4-6 Facilidade (f) e discriminação (d) dos itens do questionário “Concepções de força e movimento” para a amostra.

ITEM	CHAVE	A		B		C		D		E	
		f	d	f	d	f	d	f	d	f	d
1	C	0,14	0,025	0,05	-0,270	0,33	0,631	0,43	-0,581	0,05	0,183
2	D	0,00	0,000	0,14	-0,458	0,00	0,000	0,38	0,841	0,43	-0,459
3	A	0,67	0,418	0,10	-0,186	0,24	-0,334	0,00	0,000	0,00	0,000
4	C	0,05	0,013	0,48	-0,594	0,38	0,643	0,00	0,000	0,00	0,000
5	E	0,29	-0,415	0,00	0,000	0,10	0,266	0,10	-0,063	0,52	0,256
6	B	0,10	0,512	0,19	0,244	0,24	-0,136	0,38	-0,176	0,05	-0,213
7	A	0,57	0,264	0,38	-0,350	0,05	0,183	0,00	0,000	0,00	0,000
8	B	0,67	-0,119	0,10	0,512	0,19	-0,186	0,00	0,000	0,00	0,000
9	C	0,43	0,028	0,29	-0,469	0,29	0,438	0,00	0,000	0,00	0,000
10	B	0,10	-0,145	0,38	0,395	0,52	-0,299	0,00	0,000	0,00	0,000
11	A	0,14	0,369	0,62	-0,171	0,24	-0,108	0,00	0,000	0,00	0,000
12	C	0,48	-0,353	0,38	0,047	0,14	0,438	0,00	0,000	0,00	0,000
13	A	0,29	0,492	0,43	-0,289	0,24	-0,051	0,00	0,000	0,00	0,000
14	B	0,43	-0,216	0,10	0,102	0,48	0,154	0,00	0,000	0,00	0,000
15	B	0,43	-0,508	0,38	0,568	0,19	-0,063	0,00	0,000	0,00	0,000
16	C	0,29	-0,229	0,33	-0,085	0,14	0,541	0,19	-0,247	0,05	0,240
17	D	0,48	0,009	0,10	-0,350	0,24	-0,193	0,14	0,645	0,05	-0,213
18	A	0,24	0,685	0,43	-0,216	0,05	-0,213	0,24	-0,221	0,05	-0,213
19	E	0,05	-0,213	0,05	-0,213	0,14	-0,182	0,33	-0,290	0,38	0,668

Verifica-se pela observação dos resultados da facilidade (f) e discriminação (d) de itens, Tabela 4-6, que a opção correta dos itens apresenta discriminação positiva com exceção do item 14, e que as opções incorretas apresentam discriminação negativa ou nula.

Analisou-se também o grau de facilidade dos itens do questionário face à amostra (grupo de controlo e grupo experimental), verificando que a maioria dos itens se encontra no grau de dificuldade médio, Tabela 4-7.

Tabela 4-7 Grau de facilidade dos itens do questionário TUG-K para a população estudada.

Grau de facilidade	Difícil	Médio	Fácil	Muito fácil
Escala de Garret	0-15	16-50	51-85	85 - 100
Item	14	3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13	1, 2, 3, 8, 15, 16, 17, 18, 19	

Estudou-se ainda o grau de discriminação dos itens na população em estudo, verificando-se que 63% das questões apresentam um grau de índice de discriminação elevado, Tabela 4-8.

Tabela 4-8 Grau de discriminação dos itens do questionário TUG-K para a população.

Grau de discriminação	Pouco discriminatória (0-0,20)	Discriminatória (0,21-0,40)	Muito discriminatória (0,41 a 1,0)
Item	6, 8, 11, 12, 14, 16, 17	1, 2, 4, 9, 10, 13, 15, 18, 19	3, 5, 7

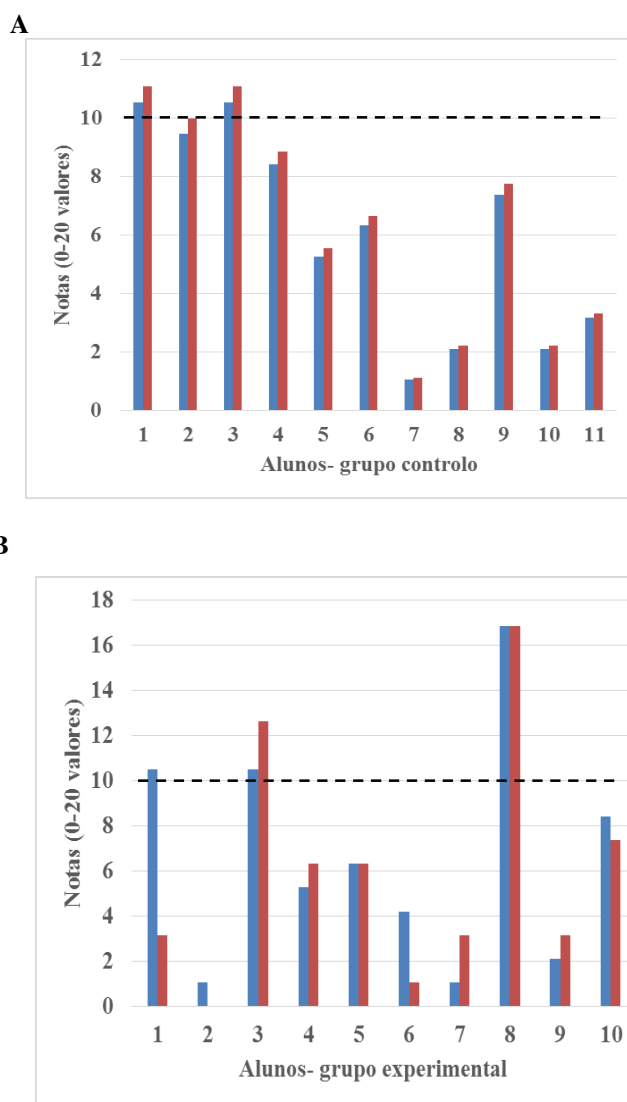


Figura 4-10 Notas dos alunos numa escala de 0 a 20 valores, no pré-teste (azul) e no post-teste (vermelho) do grupo (A) de controlo e do grupo (B) experimental.

Verifica-se que somente que 5 alunos, dos 21 participantes no estudo, alcançaram nota positiva no pré-teste e no post-teste, o que corresponde a 23,8 % dos alunos da turma, Figura 4-10. No entanto destes cinco só quatro tem notas positivas no pré teste no post-teste. Todos os alunos de grupo de controlo melhoram as notas do pré-teste. Os alunos do grupo experimental apresentam notas inferiores ao grupo de controlo no pré-teste e no post-teste; neste grupo só quatro alunos melhoram os resultados do pré-teste. As notas do pré-teste poderão ser explicadas pela falta de pré-requisitos dos alunos no tema “Conceções de força e movimentos”.

4.2.1 Apresentação dos resultados do teste aplicado ao grupo de controlo

Os resultados dos grupos foram analisados separadamente. Os dados foram recolhidos e os resultados organizados tendo em conta a percentagem de alunos que acertou a opção correta.

A negrito destacam-se os resultados das questões que apresentam uma percentagem de respostas corretas superior a cinquenta por cento, Tabela 4-9.

Tabela 4-9 Resultados da aplicação do teste sobre concepções de força e movimento ao grupo de controlo.

Objetivo	Pré-teste				Post-teste							
	Item	Alternativa correta	Total de respostas corretas	% de alunos que acertou	M	SD	SE	Total de respostas corretas	% de alunos que acertou	M	SD	SE
O aluno identifica as forças envolvidas em determinadas situações de acordo com a concepção Newtoniana	1	C	4	36%	37%	18%	6%	7	64%	58%	14%	4%
	2	D	4	36%				6	55%			
	3	A	7	64%				9	82%			
	4	C	4	36%				5	45%			
	5	E	8	73%				7	64%			
	6	B	3	27%				6	55%			
	15	B	4	36%				6	55%			
	16	C	2	18%				3	27%			
	17	D	1	9%				7	64%			
	18	A	3	27%				8	73%			
	19	E	5	45%				6	55%			
O aluno relaciona ou não a resultante das forças com a aceleração.	7	A	7	64%	20%	22%	7%	5	45%	22%	14%	4%
	8	B	0	0%				2	18%			
	9	C	2	18%				1	9%			
	10	B	4	36%				4	36%			
	11	A	1	9%				2	18%			
	12	C	1	9%				1	9%			
	13	A	3	27%				3	27%			
	14	B	0	0%				1	9%			

No pré-teste somente três questões foram respondidas corretamente por mais de cinquenta por cento dos alunos, o que revela a dificuldade destes alunos em dinâmica. Em algumas questões (8 e 14) nenhum aluno respondeu corretamente, em outras questões poucos alunos conseguiram responder corretamente (itens 11, 12 e 17). Nenhuma questão foi corretamente respondida por mais de 80% de alunos neste grupo.

Pelos resultados apresentados (Tabela 4-9) é possível verificar que entre os dois momentos de aplicação do questionário, o grupo de controlo mostrou ter alterado os conceitos sobre forças, uma vez que mais de metade dos alunos apresentam uma visão newtoniana de força, $(58 \pm 4)\%$ mas ainda não conseguem relacionar a resultante das forças com a aceleração na maior parte das situações - o número de respostas corretas em média para este objetivo foi de $(22 \pm 4)\%$.

De referir que os itens 3, 5 e 7, que apresentam elevada grau de discriminação e facilidade média, apresentaram no pré teste valores de acerto a acima de 50% neste grupo.

4.2.2 Apresentação dos resultados do teste aplicado ao grupo experimental

Os resultados do teste sobre concepções de forças e movimentos, dos alunos pertencentes ao grupo experimental foram tabelados e analisados, Tabela 4-10.

Tabela 4-10 Resultados da aplicação do teste sobre concepções de força e movimento ao grupo experimental

Objetivo	Questão	Alternativa certa	Pré-teste				Post-teste					
			Total de respostas corretas	% de alunos que acertou	M	SD	SE	Total de respostas certas	% de alunos que acertou	M	SD	SE
O aluno identifica as forças envolvidas em determinadas situações de acordo com a Newtoniana	1	C	3	30%	33%	18%	5%	3	30%	34%	17%	5%
	2	D	4	40%				3	30%			
	3	A	7	70%				7	70%			
	4	C	4	40%				2	20%			
	5	E	4	40%				4	40%			
	6	B	1	10%				2	20%			
	15	B	3	30%				4	40%			
	16	C	1	10%				1	10%			
	17	D	2	20%				2	20%			
	18	A	2	20%				4	40%			
	19	E	5	50%				5	50%			
O aluno relaciona ou não a resultante das forças com a aceleração.	7	A	6	60%	34%	17%	5%	4	40%	25%	12%	4%
	8	B	1	10%				2	20%			
	9	C	4	40%				3	30%			
	10	B	5	50%				4	40%			
	11	A	2	20%				3	30%			
	12	C	3	30%				1	10%			
	13	A	4	40%				1	10%			
	14	B	2	20%				2	20%			

No pré-teste quatro questões foram respondidas corretamente por mais de cinquenta por cento dos alunos, em algumas questões poucos alunos conseguiram responder corretamente (itens 6, 16, 8, 11, 14, 12, 17 e 18), sendo esta percentagem inferior a 20%. Nenhuma questão foi corretamente respondida por mais de 80% de alunos neste grupo.

Pelos resultados apresentados na Tabela 4-10 é possível verificar ainda que, entre os dois momentos de aplicação do questionário, o grupo de experimental não mostrou ter alcançado uma mudança conceitual, consistente com uma visão newtoniana de força e movimento, uma vez que somente $(33 \pm 5)\%$ apresentou uma visão newtoniana de força no pré teste, sendo esta percentagem de $(34 \pm 5)\%$, no post-teste. Em relação aos alunos relacionarem a resultante das forças com a aceleração, este valor é baixo tanto no pré-teste $(34 \pm 5)\%$ como no post-teste $(25 \pm 4)\%$, Tabela 4-10.

4.2.3 Discussão dos resultados do teste

A maior parte dos alunos pertencentes ao grupo experimental, mostrou que em nenhum dos momentos de aplicação do teste consegue identificar as forças envolvidas nas situações apresentadas de acordo com a concepção newtoniana de forças. Verifica-se ainda que estes alunos não relacionam a resultante das forças com a aceleração, sendo de realçar que o trabalho de pesquisa desenvolvido por estes alunos não alterou significativamente a sua concepção de forças entre o pré-teste e o post-teste.

Uma das grandes dificuldades apresentadas pelos alunos está relacionada com as concepções alternativas de força e de movimento. Embora este grupo de alunos esteja no décimo primeiro, não conseguiu ainda compreender as leis de Newton, verificando-se que esta é um dos entraves para os alunos perceberem que tipo de movimento o corpo poderá ter.

Verifica-se ainda que os alunos mantêm as mesmas concepções de força após a realização do trabalho de pesquisa, tanto a nível dos conceitos como do entendimento da noção de força. A análise histórica das concepções de Aristóteles, Galileu e Newton, bem como das ideias científicas da época, revelaram não alterar as concepções dos alunos. Os alunos não deram significado à pesquisa que fizeram, limitando-se a “relatar” e a responder às questões guias. Não conseguindo concretizar na sua plenitude os objetivos do trabalho de pesquisa.

Um fator que se mostra relevante na resolução dos itens do questionário “Concepções de forças e movimentos” foram os conhecimentos prévios (concepções alternativas) dos alunos sobre forças e movimentos. São esses conhecimentos que, embora muitas das vezes estejam em desacordo com os significados científicos, os alunos mobilizam quando estão perante uma nova situação. A mudança conceptual, só ocorre quando os alunos abandonam os significados alternativos (conhecimentos prévios) e adquirem os significados científicos. Esta poderia ter sido conseguida utilizando várias estratégias, tendo-se escolhido o trabalho de pesquisa numa perspectiva histórica.

Na apresentação oral e escrita que os alunos do grupo experimental fizeram no final das quatro semanas de trabalho de pesquisa, somente um dos alunos no trabalho final contextualizou historicamente a época vivida por cada um dos cientistas referidos no trabalho de pesquisa. Todos os outros se limitaram a apresentar factos e as mesmas alusões a acontecimentos importantes - quando questionados sobre a época em que se desenvolveram as teorias, os alunos não as sabiam localizar no tempo, nem relacionar com outros factos históricos. Este dado revela a pouca significação que esta pesquisa apresentou para os mesmos.

A aprendizagem só é significativa se a atividade/tarefa que está a ser executada tiver significado para o aprendente, podendo concluir-se que, embora os alunos tenham escolhido fazer este trabalho e não o do Modellus, não lhe deram importância/ valor. Esta atitude face à atividade poderá explicar o fato dos ganhos serem irrelevantes ou negativos (dados não

apresentados) e de continuarem a ter concepções de força e movimento afastadas das concepções de Newton. Tal como reportado por Silveira (Silveira, 1992), os alunos que apresentaram pontuações baixas na parte I do teste (concepção de força), também apresentam na parte dois do teste. Os alunos que apresentam baixa pontuação na parte II (relação entre a resultante das forças e a aceleração) também obtiveram baixa pontuação na parte I. No entanto os alunos que obtêm boa pontuação na parte I poderão ter má pontuação na parte II. Isto é se o aluno identifica corretamente as forças envolvidas nas situações problema, terá grande probabilidade de aplicar corretamente a segunda lei de newton. No entanto este aluno poderá também continuar a relacionar a resultante das forças com a velocidade, mantendo a uma concepção alternativa.

Estes resultados corroboram os resultados obtidos por Silveira: “a identificação correta das forças (sub teste I) é uma condição necessária mas não suficiente para a aplicação da segunda lei de newton (sub teste II)” (Silveira, 1992).

Alguns investigadores referem que os alunos apresentam concepções alternativas ao conhecimento científico no tema forças e movimentos, como sejam “A força é proporcional á velocidade” (Cachapuz, 1995 a, p 363). Verificam-se ainda que os alunos consideram que o movimento requer uma força na mesma direção desse, veem o movimento de um corpo associado a uma força que possuem e se gasta, levando-o a parar. (Santos, 1992, Sequeira e Leite, 1989). A concepção alternativa de que uma força constante implica velocidade constante, e que os objetos adquirem forças, é referida também por Driver (1985), com base nos trabalhos de Gunstone e Watts, constatando esta investigadora que é muito comum que os alunos apliquem as leis de Newton no contexto da Ciência Física, mas não consigam fazer essa aplicação (a transposição de conhecimentos) para situações do quotidiano. No quadro construtivista, o professor deverá desconstruir esse conhecimento alternativo e a mudança conceptual, podendo utilizar três instrumentos: o mapa conceptual (Novak, 1983), a história da Ciência - confrontando os alunos com modelos históricos da Ciência- e por último utilizar o trabalho experimental baseado em experiências cruciais (Cachapuz, 2001).

O facto do grupo de controlo, apresentar melhores resultados na aquisição de conceitos que o grupo experimental (que não melhorou os resultados do pré-teste) indica que a estratégia utilizada, trabalho por pesquisa - Modelos históricos da Ciência, não surtiu efeito. Os alunos não alteram as suas concepções alternativas quanto às forças e ao movimento.

4.3 Conclusão

Neste trabalho de investigação foi utilizada a noção construtivista de aprendizagem guiada. Prepararam-se guiões que foram utilizados pelos alunos durante o período experimental. O trabalho extracurricular desenvolvido pretendeu reforçar a aquisição de conhecimentos em dinâmica e cinemática.

Para “medir” os conhecimentos prévios ao tratamento experimental utilizaram-se dois questionários que, após análise da discriminação e da facilidade das respostas aos itens permitiram confirmaram que são bons instrumentos de medida, uma vez que medem o que realmente se pretende medir. Tal facto foi confirmado pela determinação do alfa de Cronbach, que, permitindo calcular a consistência interna do instrumento, corroborou os resultados obtidos pela análise dos itens do questionário ($\alpha > 0,8$).

Utilizaram-se com tratamento experimental, duas estratégias construtivistas, o trabalho de pesquisa aliado à história da ciência e o trabalho prático aliado à utilização de um programa de modelação/simulação, o Modellus. Estas estratégias são propostas no programa do décimo primeiro ano do currículo Nacional do ensino secundário.

Pelos resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que a utilização pelos alunos do programa de modelação/simulação computacional Modellus mostrou ser uma ferramenta útil para a aprendizagem dos alunos. Uma vez que a sua utilização pelos alunos lhes permitiu adquirir conhecimentos/ competências a nível da cinemática. A utilização do programa motivou os alunos do grupo experimental a desenvolverem os próprios modelos e fomentou o trabalho colaborativo uma vez que foi desenvolvido a pares, permitindo que os alunos se auxiliassem caso tivessem dificuldades na utilização do programa.

O trabalho de pesquisa aliado à história da ciência não mostrou ser um instrumento facilitador da aquisição de novos conhecimentos no domínio da dinâmica no grupo experimental. Uma das possíveis explicações para este resultado poderá ser o facto de os alunos terem considerado que, as diretrizes dadas pelo professor, eram questões para responder e não o ponto de partida para uma pesquisa que os levava a perceberem os conceitos. Isto é os alunos responderam às questões mas não lhe deram significado. Este facto poderá indicar que os alunos não se envolveram no trabalho de pesquisa limitando-se a dar respostas às questões e a fazer as tarefas propostas.

Os alunos do grupo I conseguiram com sucesso utilizar uma estratégia de aprendizagem construtivista, tendo-se refletido este fato numa melhoria de resultados entre o pré-teste e o post-teste.

De realçar que se pretendeu envolver toda a turma no estudo, permitindo assim diagnosticar para cada aluno as suas dificuldades e sugerir novas estratégias de remediação após a verificação dos resultados no post-teste.

Destaca-se ainda um dado experimental relacionado com o género:

- no grupo I (grupo de controlo no TUG-K e grupo experimental no estudo das Conceções de força e movimento) a percentagem de raparigas (40,0 %) é inferior à dos rapazes (60,0 %) sendo o grupo em que 30% dos alunos já ficou retido pelo menos um ano.

- no grupo II (experimental no TUG-K e grupo de controlo no estudo das Conceções de força e movimento), estes números invertem-se, sendo respetivamente 63,6% a percentagem de raparigas e 36,4% a percentagem de rapazes, não havendo alunos com reprovações.

O facto de 30% dos alunos no grupo I ter ficado retido durante o ensino secundário, tendo 70% dos alunos deste grupo nota inferior a 10 valores a FQ-A, poderá também indicar falta de pré-requisitos, o que os impediria de alcançar os objetivos da pesquisa (ultrapassar dificuldades relacionadas com o tema em estudo) embora pudessem concluir as tarefas propostas.

Dado que o grupo II apresentou nos dois estudos melhorias entre o pré-teste e o post-teste, obtendo melhores classificações, estas poderão por um lado, estar relacionadas com uma diferente atitude por parte das raparigas em relação à escola, ao significado de trabalho escolar e por outro a uma maior facilidade de utilização de novas ferramentas com o objetivo de melhorar a aprendizagem. No entanto também os rapazes apresentaram um melhor desempenho após utilização do Modellus, o que sugere que o fator determinante foi, não o género, mas o envolvimento nas atividades e a natureza da atividade.

5 Conclusão

5.1 Os currículos de ciências, as estratégias de aprendizagem e o papel do professor

Atualmente estamos a viver uma revisão da estrutura curricular, iniciada em março de 2012 pelo Ministério da Educação e Ciência (MEC, 2012), que pretende clarificar as aprendizagens essenciais publicando metas curriculares. Assim propõem-se “objetivos claros, rigorosos, mensuráveis e avaliáveis” que sejam um suporte para os professores. Estas “são o meio privilegiado de apoio à planificação e à organização do ensino, incluindo a produção de materiais didáticos, e constituem-se como referencial para a avaliação interna e externa, com especial relevância para as provas finais de ciclo e exames nacionais” (Despacho n.º 1512/2012).

Estas metas tem como objetivo implícito uniformizar os currículos do EB e do ES, deixando cair a flexibilização curricular, uma vez que estabelecem com rigor o essencial das aprendizagens que os alunos deverão alcançar. As Metas curriculares na Física e Química foram homologadas em abril de 2013 (MEC, 2013) e os novos programas de FQ-A foram publicadas em 2014, sendo nestas realçada a obrigatoriedade do ensino experimental.

A perspetiva de ensino coerente com o currículo nacional é o ensino por pesquisa (Cachapuz, e colaboradores, 2001). Este ensino tem por finalidade a construção de conceitos, desenvolvimento de competências, atitudes e valores. Na vertente epistemológica este ensino valoriza a história da ciência, a produção de conhecimentos e considera o erro importante para o desenvolvimento de conhecimento. A vertente da aprendizagem, assente em perspetivas socio-construtivistas, considera que ao aluno devem ser colocadas situações problemáticas permitindo-o construir o seu conhecimento - conhecimento para ação. O professor promove debates sobre situações problemáticas, organiza processos de partilha, interação e reflexão crítica e fomenta tanto a criatividade como o envolvimento dos alunos. Sendo necessária uma adequada planificação para a concretização das atividades letivas. É nesta planificação que o professor assume o papel de gestor curricular que adequa as estratégias a serem utilizadas para que os alunos construam os saberes. Em termos didáticos e pedagógicos o ensino por pesquisa valoriza o estudo de problemas abertos com interesse para os alunos e de âmbito CTSA e a abordagem qualitativa das situações. O trabalho de grupo e de cooperação inter-grupos é aconselhado, bem como atividades de síntese e de reflexão crítica. A avaliação da aprendizagem sendo parte integrante do ensino engloba conceitos, capacidades, atitudes e valores. Nesta

perspetiva a avaliação é formadora e não formativa, sendo um dos elementos que permite ao professor aferir as suas estratégias em sala de aula. O aluno tem papel ativo, assumido um papel de pesquisador com reflexão crítica sobre as suas maneiras de pensar, de agir e de sentir. É neste quadro que o Modellus se apresenta como uma ferramenta muito útil para desenvolver competências em Ciências. De notar no entanto que os programas de modelação e simulação por si só, não irão modificar as práticas dos professores, a forma como estes as utilizam é que constitui a inovação (Rezende, 2002).

5.2 Conclusão final

Beichner nos estudos que realizou reconheceu seis obstáculos que impedem um correto entendimento dos gráficos: os alunos consideram os gráficos como uma fotografia do movimento, não distinguem declive/"altura" e determinam incorretamente os declives de linhas que não passam pela origem. Por outro lado confundem as variáveis cinemáticas tal como os significados de declive/altura/área não sabendo o significado das áreas dos gráficos (Beichner, 1994). Esses obstáculos também foram encontrados neste estudo no pré-teste. A utilização do software Modellus permitiu reduzir as dificuldades diagnosticadas no pré-teste, verificando-se que os alunos beneficiaram da sua utilização.

O programa Modellus pode ser explorado de duas maneiras pelo professor. Se por um lado pode ser utilizado em sala de aula para melhorar o entendimento de determinados conceitos Físicos, uma vez que o professor pode simultaneamente explicar e simular a situação, o que pode assumir a forma de uma demonstração investigativa (o aluno é chamado a participar na resolução de um problema aberto, formulando hipóteses acerca do problema, propondo soluções, verificando pela modelagem e simulação os resultados e analisando os mesmos), pode também ser utilizado como instrumento de aprendizagem por descoberta guiada, tal como Bruner propõe, uma vez que o professor pode construir enunciados que orientam o aluno nas tarefas e lhes permita desenvolver competências. Foi neste tipo de aprendizagem que assentou a investigação deste trabalho e que permitiu perceber as potencialidades desta ferramenta. O Modellus pode ser utilizado pelo aluno para construir o seu conhecimento em Física e Química uma vez que possibilita que o aluno perante uma questão aberta (questão relacionada com o seu dia a dia) ou um problema aberto (situação geral onde se discutem as condições de contorno e as possíveis soluções do problema) possa formular hipóteses, propor um modelo matemático, testar a sua hipótese simulando e possa ver a animação. Esta última característica é muito importante porque permite ligar o conhecimento abstrato (fórmulas, gráficos) ao pensamento concreto (o objeto que se move e como se move).

Verificou-se neste trabalho que os conhecimentos prévios dos alunos (Concepções alternativas) são um grande obstáculo tanto a nível da compreensão do significado das grandezas cinemáticas, como ao nível da interpretação de gráficos. As lacunas a nível de história da ciência são ainda mais notórias uma vez que grande parte dos alunos desconhece *quem foram e o que fizeram* personalidades da ciência como Aristóteles, Kepler, Galileu e até Newton, como também não conseguem localizar no tempo a sua época. No sentido de colmatar esta falha, utilizou-se como estratégia de ensino, o ensino por pesquisa e a aprendizagem por descoberta guiada, utilizando a história da ciência numa perspetiva investigativa. Pretendeu-se que os alunos refletissem sobre a natureza do conhecimento científico e percebessem que a ciência é uma construção humana de carácter provisório mas que permite interpretar o meio envolvente. A Visão histórica da evolução de conceitos físicos de força e movimento e da construção do conhecimento enquadrados na época que ocorreram, não permitiu aos alunos adquirirem os conceitos atuais de força e movimentos, continuando estes com as mesmas concepções prévias que apresentavam antes do trabalho de pesquisa. As concepções dos alunos continuam a ser muito próximas das de Aristóteles e muito longe das de Newton. Este facto mostra que embora o conceito de forças e movimentos seja introduzido no sétimo ano de escolaridade e aprofundado no nono ano de escolaridade, os alunos mantêm a concepção que adquiriram nas suas vivências diárias.

5.3 Perspetivas futuras

A pesquisa utilizando como ferramenta o Modellus deve ser implementada em estudos não só na área da Física como na área da Química, nomeadamente do estudo do equilíbrio químico (11º ano) e cinética química (8º ano). Deve também ser divulgado nas escolas como ferramenta eficaz para ser utilizado pelos professores e alunos em sala de aula ou como ferramenta auxiliar individual. O desenvolvimento de materiais didáticos e guiões para utilização do Modellus poderá facilitar a sua utilização em sala de aula.

A utilização do Traker e do tratamento de dados com Excel, durante as aulas experimentais de física permitiu um maior envolvimento dos alunos nas mesmas. O desenvolvimento de modelos que permitissem “reproduzir” os movimentos e condições iniciais no Modellus, permitiu um debate sobre as condições experimentais utilizadas e as equações matemáticas que aproximassem a simulação dos resultados obtidos na prática com o Traker. Este tipo de práticas deverão ser investigadas com maior número de participantes.

A dificuldade que os alunos tem de entender os conceitos relativos a forças e movimentos deveria ser objeto de estudo, não só para se encontrarem tarefas que facilitem o seu entendimento como para perceber *quando* é que estes conceitos devem ser introduzidos no currículo e *como*.

6 Referências

- AAAS** (1989), Science for all Americans – A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology, The American Association for the Advancement of Science.
- AAAS** (1993), Benchmarks for Science Literacy. New York, Oxford: Oxford university Press.
- Abrantes, P.** (2002). “A avaliação das aprendizagens no ensino básico” In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das concepções às práticas. Lisboa: Ministério da educação (DEB), 9.
- Agrelho, D., Garg, R.** (1999) “ Compreensão de gráficos de cinética em Física introdutória” *Revista Brasileira de Ensino da Física*, vol.21, 103-115.
- Aikenhead, G.** “Renegotiating the culture of school Science: scientific literacy for na informed public”. Conferência na Universidade de Lisboa em 17 de Maio de 2002, Portugal.
<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/procsci.htm>
- Aikenhead, G.** (1998). Processes of Science.
<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/procsci.htm>.
- Aikenhead, G.** (1996). Science Education: Border Crossing into the subculture of science, *Studies in Science Education*, 27, 1.
- Allal, L., Cardinet, J., Perreenoud, P.** (1986). A avaliação formativa num ensino diferenciado. Coimbra: Almedina.
- Almeida, A.M.** (1995) O trabalho experimental na educação em ciências: Epistemologia, Representações e práticas dos professores, tese de Mestrado em ciências da educação, FCT/UNL.
- Almeida, A.M.** (1996). “Da psicologia à Pedagogia do conhecimento” Formar. Lisboa: IIEFP, Abril 96, 4-13.
- Almeida, A.M.** (2002) “ Educação em Ciências e trabalho experimental: Emergência de uma nova concepção”. Ensino experimental das ciências. Lisboa: Departamento do ensino Secundário, 51.
- Alonso, L.** (2002). “Integração currículo-avaliação. Que significados? Que constrangimentos? Que implicações?” In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das concepções às práticas. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 19-25.
- Alves, M.** (2002). “ A avaliação e o desenvolvimento profissional do professor” In Moreira, A. E Macedo. E., (org.). Currículo, Práticas pedagógicas e Identidades. Coleção Currículo, Políticas e práticas (10). Porto. Porto editora, 138-159.
- Alves, A., Jesus, J., Ribeiro, Y.** (s/d). “Utilização do Modellus na construção de conceitos físicos”. XVI Simpósio Nacional de ensino da Física. Acedido em 18/04/2014
[http:// www.sbfl.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0089-1.pdf](http://www.sbfl.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0089-1.pdf).
- Amador, F** (2010) “Contribuições da história da Ciência para os processos de desenho curricular” *Revista da Educação*, 17, 9.
- Apple, M.** (1999 a), Políticas Culturais e Educação. Coleção Ciências da Educação – Século XXI, (nº 3) Porto. Porto Editora, p.22.
- Apple, M.** (1999 b), Ideologia e Currículo. Coleção Currículo, Políticas e Práticas, 12. Porto Editora, Porto
- Araújo, I., Veit, E.** (2008) “Physics student’s performance using computational modelling

- activities to improve kinematics graphs interpretation." *Computer & Education*, 50, 1128.
- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A.** (2012).” Modelos Computacionais no Ensino-Aprendizagem de Física: Um Referencial de Trabalho. *Investigações Em Ensino De Ciências*. 17, 341.
- Astolfi, J-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., Toussaint, J.** (2002) As palavras-chave da didáctica das ciências. Coleção Horizontes Pedagógicos (nº 93). Lisboa. Instituto Piaget
- Ayala, F. J.** (1996). La culture Scientifique de base. Rapport Mondial sur la Science 1996. Paris: Editions UNESCO,1
- Ausubel, D.** (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva (1ªed.) Lisboa: Plátano Editora.
- Azevedo, M. C. P.** (2004) “ Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.” In: Carvalho, A.M.P., (Org.) Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo. Pioneira Thomson Learning.
- Azevedo, T.,Whitaker, M., Almeida, V.** (s/d) Análise de estratégias de metodologia de ensino dos conceitos de força e trabalho utilizando o Computador como instrumento de ensino.
- Bachelard, G.** (1984). “A Filosofia do Não”. In: Os pensadores. São Paulo: Abril Cultural, (1-87).
- Bachelard, G.** (1996) A formação do espírito científico: uma contribuição para a psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto
- Becerra, G.** (2005) “Aprendizaje en colaboración mediado por simulación en computador.Efectos en el aprendizaje de procesos termodinámicos”. *Revista de Estudios Sociales*, 20, 13.
- Beichner , R.** (1994) “ Testing student interpretation of kinematics graphs” *American Journal os Physics*, 62, 750
- Bobbitt, F.** (1918). The curriculum. Boston, Houghton Mifflin.
- Bowen, G., Roth, W.** (2000a). “Learning Difficulties related to graphing: A hermeneutical phenomenological perspective” *Research in Science Education*, 30, 123.
- Bowen, G., Roth, W.** (2000b). “Why students may not learn to interpret scientific inscription?” *Research in Science Education*, 32, 303.
- Bruner, J.** (1998). O processo da Educação. Coleção Nova Biblioteca 70 (nº 9). Lisboa. Edições 70.
- Brun, J.** (1986).” A avaliação formativa num ensino diferenciado da matemática.” In Allal, L., Cardinet, J., Perrenoud, P., (eds.), A avaliação formativa num ensino diferenciado. Coimbra: Almedina.
- Bybee, R.** (1997). Achieving Scientific literacy, from purpose to practice. Portsmouth, Heinemann.
- Bybee, R.** (1987), “Science Education and the science –technology – society – (STS)” theme. *Science Education*, 71, 667-683.
- Cabanas, J. M.** (1995) Teoria da Educação. Conceção antinómica da Educação. Coleção Perspetivas Atuais. Porto. ASA Editores, S.A.
- Cachapuz, A.** (1995 a) “O ensino das Ciências para a excelência da aprendizagem.” In Carvalho., A. D., (ed.) Novas metodologias em educação. Coleção Educação (8) Porto: Porto Editora, 349-385.
- Cachapuz, A.** (1995). “Ensino da Química na perspetiva de trabalho Científico: o exemplo da termodinâmica.” *Quimica Nova*, 18 (1), 91-96.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M.** (2001) “Perspetivas de ensino. Textos de apoio”. In Cachapuz, A. (Org.) Coleção Formação de professores, Centro de estudos de Educação em Ciências 1.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M.** (2004) “Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências as orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico” *Ciência &*

- Educação*, 10, 363.
- Campbell, B., Lazonby, J. Millar, R., Nicolson, R., Ramdsen, J. e Waddington, D.** (1994). "A case study of the process of large scale curriculum development". *Science Education*, 78 (5), 415- 447.
- Campos, T. carvalho, L., Monteiro, C.** (2010) "Aspetos visuais e conceituais envolvidos na interpretação de gráficos" *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 24, 135.
- Cappechi, M. C. M.** (2003) "Argumentação numa aula de Física." In: Carvalho, A.M.P., (Org.) Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 59-76.
- Carvalho, A.M. P.** (2004) " Critérios estruturantes para o ensino das Ciências. "In: Carvalho, A.M.P., (Org.) Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo. Pioneira Thomson Learning.
- Carvalho, A.M. P., Gil-Pérez, D.** (2000) "O saber e saber fazer dos professores. "In: Castro A. D. e Carvalho, A.M.P., (Org.) Ensinar a ensinar: didáctica para a escola fundamental e média. São Paulo. Pioneira Thomson Learning.
- Chagas, I.** (2000). Literacia científica. O grande desafio para a escola. In actas do 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e desenvolvimento profissional do Professor. Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Coll, C.** (1998) Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática,
- Cortesão, L.** (2002). "Formas de ensinar, formas de avaliar. Breve análise de práticas correntes de avaliação." In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das concepções às práticas. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 31-43.
- Cunha, A.** (2002). Avaliação da aprendizagem dos alunos do ensino Básico. Coleção Cadernos do CRIAP (nº 27), Porto ASA Editores II, S.A.
- Daniels, H., Shumow, L.** (2003) "Child development and classroom teaching: a review of the literature and implications for educating teachers". *Applied Development Psychology*, 23, 495-526.
- DEB** (Departamento de educação Básica) 2001. Currículo Nacional de ensino Básico. Competências essenciais, pág. 9. Lisboa: Ministério da educação, Departamento da educação básica.
- Delgado, E. I.** (2003). Pilares do Interacionismo: Piaget, Vygotsky, Wallon, Ferreiro. São Paulo: Editora Érica, Ltda.
- Dewey, J.** (1936). Democracia e Educação. Breve tratado de Filosofia de Educação. São Paulo: companhia Editora Nacional.
- Diogo, F., Vilar, A. M.** (2000) Gestão flexível do currículo. Coleção Cadernos Pedagógico (nº 38). Porto. ASA Editores II, S.A.
- Doll, W.** (1997). Currículo: uma perspectiva pós- moderna. Porto. Artes Gráficas.
- Dourado, L.** (2002), "Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino das Ciências- contributo para uma clarificação de termos", Ensino experimental das ciências. Lisboa: Departamento do ensino Secundário, 13-18.
- Doyle, W.** (1997). Curriculum and pedagogy. In Philip Jackson (ED.), Handbook of research on curriculum. A project of the American Educational Research Association. New YorK: MacMillan.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A.** (1985). *Children's Ideas in Science*, Open University Press
- Driver, R.** (1989). "Student's conceptions and the learning of science." *International Journal of*

- Science Education*, 11, 481- 490.
- Driver, R., Newton, P., Osborne, J.** (1999). “The place of argumentation in The pedagogy of school science.” *International Journal of science Education* 21, 556-566.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., Mortimer, E.** (1994) “Constructing Scientific Knowledge in the Classroom.” *Educational Research* 23, 5-12.
- Eisenhart, M., Finkel, E. e Marion, S. F.** (1996). “Creating the conditions for Scientific literacy: A re-examination.” *American Educational Research Journal*, 33, 261- 295.
- Ellermeijer, T., Goedhart, M., Van Eijck, M. (2011). Polysemy in the Domain Specific Pedagogical Use of Graphs in Science Textbooks: The Case of an Electrocardiogram. *Research in Science Education*.(41),1-18.
- Eisner, W.** (1985). *The Art of educational Evaluation: A personal view*. Lewess, East Sussex, Falmer Press.
- Fensham, P.** (1983). “A research base for new objectives of science teaching.” *Science Education*, 67 (1), 3-12.
- Fensham, P.** (1985). “Science for all: a reflective essay.” *Journal of curriculum Studies*, 17 (4), 415-435.
- Fernandes, M.** (2000 a). “O currículo na pós- modernidade: Dimensões e reconceptualização”. *Revista de Educação* Vol. IX (1) 27-38.
- Fernandes, M.** (2000 b). *Mudança e Inovação na pós-modernidade. Perspetivas Curriculares*. Coleção Ciências da Educação – Século XXI, 6 Porto. Porto editora.
- Fernandes, M.** (2002). “Métodos de avaliação pedagógica “A In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). *Avaliação das Aprendizagens. Das concepções às práticas*. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 67-74.
- Fitas, A.** (1988), “Popper, Khun e Lakatos: Três formas diferentes de entender a Ciência.” *Vértice*, II Série (4), 69-77.
- Fiolhais, C., Trindade, J.** (2003). “Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências Físicas”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, 259.
- Fontes, M. A.** (2000). *Metáforas e analogias na produção e reprodução do conhecimento científico*, Série Didática Ciências aplicadas. Vila real: Universidade de Trás – os – Montes e Alto Douro, 35-45.
- Freitas, C., Leite, C., Morgado, J., Valente, M.** (2001). *Reorganização Curricular do Ensino Básico. Fundamentos, fragilidades e perspetivas*. Coleção Cadernos do CRIAP (nº 26), Porto. ASA Editores II, S.A.
- Freitas, M.** (2002). “O trabalho prático (Laboratorial e de Campo) na promoção de áreas transversais do currículo (Área de projeto/projeto Tecnológico).
- Gagné, R.** (1974) *The conditions of learning*, Nova Iorque, Holt, Rinehart & Winston.
- Galvão, C. (coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T. e Pereira, M.** (2001 b). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da educação, departamento de educação Básica.
- Galvão, C. (coord.), Neves, A., Freire, A.M., Lopes, A. M., Santos, M.C., Oliveira, M. T. e Pereira, M.** (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, departamento da Educação Ensino Básica.
- Galvão, C.**, (2001). O ensino das Ciências Físicas e naturais no contexto da reorganização curricular, *Em foco*, 7-15.
- Galvão, C., Abrantes, P.**, (2002), *Physical and Natural Sciences – a–new curriculum in Portugal*.

2Th Internacional IPN-YSEG Symposium, Kiel, Germany

- Gardner, P.** (1994). "Representations of the relationship between science and technology in the curriculum". *Studies in Science Education*, 24, 1-28.
- Gentile, P., Bencini, R.** (2000). Construindo Competências. Entrevista com Philippe Perrenoud, Universidade de Genebra. <http://unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php-main/php-2000/2000-31.html>.
- Giere, R. N.** (1989). "A Natureza da Ciência. Uma perspectiva iluminista pós-moderna." *Colóquio/Ciência*, 6 72-84.
- Gil Pérez, D.** (1993). "Contribución de la historia y de la filosofía de las 108 ciencias pro desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación." *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212
- Gil Pérez, D., Martínez Torregosa, J e Senent Pérez, F.** (1989). "El frase professo la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos." *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 1131-144.
- Gonçalves, A.** (1991). Currículo – problemas e perspectivas (1ª edição), Rio Tinto, Edições ASA.
- Goodson, I. F.**, (1997). A construção Social do Currículo. Lisboa: Educa, Coleção Educa-Currículo.
- Gouveia, R., Costa, N., Lopes, J.** (1995). A evolução do conceito de problema em ações de formação de professores de Física e Química. Aveiro: CIDInE, 69-86.
- Grangeat M (Org)**, (2002) in A Metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos, Coleção Ciências da Educação século XXI, Porto, Porto Editora, 95-126.
- Grangeat M (Org.)** (2002) in A Metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos, Coleção Ciências da Educação século XXI, Porto, Porto Editora 19-57.
- Gunstone, R. & Watts, D.M.** (1985). Force and motion, in Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (eds), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, 85-104.
- Hlebowitsh, P.** (1997). "The search for the curriculum field ". *Journal of curriculum Studies*, 29 (3), 507-511.
- Hodson, D.** (1990). "A critical look at practical work in school science." *School Science Review*, 70 (256), 33-40.
- Hodson, D.** (1992). "Redefining and reorienting practical work in School Science." *School Science Review*, 73 (264), 65-78.
- Hodson, D.** (1993). "Re-thinking old Ways: towards a more critical approach to practical work in school Science." *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hodson, D.** (2002), "Some Thoughts on science professor literacy: motives, meanings and curriculum implications". In Asia-Pacific Forum on Science learning and teaching, 3.
- Horton, R.L., Hutchinson, S.** (2003) *Nurturing Scientific Literacy Among Youth through experientially based Curriculum materials*, (acedido a 10/02/2003) <http://www.ag.ohio-state.edu/~youth4h/expedu/>
- Hurd, P. De Hart.** (1987). "Ciência- Tecnologia-Sociedade: um novo contexto para o ensino da Ciência no secundário." *Revista CTS*, 2, 50-55.
- Hurd, P. De Hart.** (1994). "New minds for a new age: prologue to modernizing the science curriculum." *Science Education*, 78 (1), 103-116.
- Jenkins, E.** (1990) Scientific literacy and school Science education. *School Science Review*, 71, 43.
- Jimoyiannis, A., Komis, V.** (2001) "Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on student's understanding of trajectory motion" *Computers & Education*, 36, 183.
- Jonassen, D.** (2000) Computadores, ferramentas cognitivas. Lisboa: Porto Editora

- Kozulin, A.** (1990). *Vygotsky's Psychology: A Biography of Ideas*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Kuhn, D.** (1993), "Science argument: implications for teaching and learning scientific thinking." *Science Education*, 77 (3), 319-337.
- Kuhn, T. S.** (1962), *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Layton, D.** (1994). "STS in the school curriculum. A movement professor taken by history?" In Solomon, J. e Aikenhead, G. (eds), *STS Education- International Perspectives on reform*, New York: Teachers College Press, 32-44.
- Leite, C.** (2003). *Para uma escola curricularmente inteligente*. Porto: Edições ASA.
- Leite, L.** (2001). "Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências." In Caetano, H. V. e Santos, M. G. (Orgs.). *Cadernos didáticos de Ciências 1*. Lisboa: Departamento de Ensino secundário, 79-97.
- Leite, L.** (2002). "Avaliação e projetos curriculares de escola e/ ou de turma." In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). *Avaliação das Aprendizagens. Das concepções às práticas*. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 45-52.
- Linder, C. J.** (1993). "A Challenge to conceptual change." *Science Education* 77 (3): 293 –300.
- Lin, M.** (1987). "Establishing a research base for science education: Challenges, trends and recommendations." *J. Res. Sci. Teaching*, 24 (3), 191-216.
- Matsura, K.** (Org.) (2000). *O direito à educação. Uma educação para todos durante toda a vida. Relatório Mundial sobre educação 2000. Coleção Perspetivas Atuais*. Porto. Edições ASA.
- Mayer, R.** (2000) "What is the place of science in educational Research?" *Educational Researcher* 9 (6), 38-39.
- Mayer, R.** (2001) *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Millar, R.** (1989). *Doing Science. Images of science in Science Education*. London: The Falmer Press.
- Millar, R.** (1996). "Towards a science curriculum for public understanding." *School science Review*, 767 (280), 7-18.
- Mitnik, R., Nussbam, M., Recabarren, M., Soto, A.** (2009) "Colaborative robotic instruction: a graph teaching experience". *Computers & Education* 2, 330.
- Morgado, J. C.** (2000a). "Integração e flexibilização curriculares: factos e nexos de uma nova política", Paraskeva J. M. e Morgado, J. (Org.), *Curriculo: Factos e significações. Coleção Cadernos do CRIAP (nº 15)*, Porto: ASA Editores.
- Morgado, J. C.** (2000b). *A (des)construção da autonomia curricular. Coleção Perspetivas Atuais*. Porto. Edições ASA.
- Mortimer, E. F.** (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4 (3): 265- 287.
- Nascimento, V. B.** (2004) "A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. " in: Carvalho, A.M.P., (Org.) *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo. Pioneira Thomson Learning (35-57).
- Naqbi, Al., Tairab, H.** (2004). How do secondary school science students interpret and construct scientific graphs? *Journal of Biology Education*, 38 (3), 127-132.
- National Research Council** (1996), *National Science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Neves, R., Teodoro, V.** (2009) "Mathematical modelling in science and mathematics education" *Computers Physics Communications*, 182, 8.
- Nóvoa, A.** (1991) "As ciências da educação e os processos de mudança" in Nóvoa, A., Campos, B.,

- Ponte, J., Santos, M. (org.) Ciências da educação. Porto: SPCE.
- NRC National Research Council** (1996), National Science education standards. Washington, DC: National Academic Press.
- Nussbaum, J., Novick, S. (1982). "Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy." *Instructional Science*, 11, 183-200.
- Organization for economic Cooperation and development** (OCDE) (1998). Instrument Design: A frame for Assessing Scientific Literacy. Report of project Managers Meeting. Arnhem, Netherlands: Programme for International Student Assessment (PISA), pág. 5.
- Pacheco, J.** (1995). O pensamento e a Ação do Professor. Coleção Escola e Saberes (5). Porto: Porto editora.
- Pacheco, J.** (1996). Currículo: Teoria e Práxis. Coleção Ciências da Educação (22). Porto: Porto editora.
- Pacheco, J.** (1998a). "A avaliação da aprendizagem" In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das conceções às práticas. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 55-65.
- Pacheco, J.** (1998b). "A avaliação da aprendizagem" In Almeida, L., e Tavares, J., (Org.). Conhecer, aprender e avaliar. Coleção CIDinE (4). Porto: Porto editora.
- Pacheco, J.** (2002). "Critérios de avaliação na escola" In Almeida e Tavares (Org.). Conhecer, aprender e avaliar, Porto. Porto Editora, 111-132.
- Paraskeva, J. M.** (2000). "Currículo como prática (regulada de Significações" Paraskeva J. M. E morgado, J. (Org.), Currículo: Factos e significações. Coleção Cadernos do CRIAP (nº 15), Porto ASA Editores II, S.A.
- Paraskeva, J. M.** (2001). A dinâmica dos conflitos ideológicos e culturais na fundamentação do currículo. Coleção Perspetivas Atuais. Porto. Edições ASA.
- Pedretti, E. e Hodson, D.** (1995). "From Rhetoric to action: implementing STS education through action Research." *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 463-485.
- Peralta, M. H.** (2002). "Como avaliar competência (s)? Algumas considerações." In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das conceções às práticas. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 27-34
- Pereira, D.C.** (1995). "Tecnologia educativa e formação de professores", In Carvalho., A. D., (Org.) Novas metodologias em educação. Coleção Educação (8) Porto: Porto Editora, 57- 100.
- Perrenoud, P.** (1995a) "As Novas didáticas e as novas estratégias dos alunos face ao trabalho escolar", Ofício de aluno e sentido do trabalho escolar Coleção Ciências da Educação (nº19), Porto, Porto Editora. (115-133)
- Perrenoud, P.** (1995b). Ofício de aluno e sentido do trabalho escolar Coleção Ciências da Educação (nº 19). Porto. Porto editora. (51-71)
- Perrenoud, P.** (2003). Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra desigualdades. Coleção Cadernos do CRIAP (nº 28), Porto ASA Editores II, S.A.
- Perrenoud, P.** (1997). Construire des compétences dès école. Paris: ESF éditeur.
- Perrenoud, P.** (1999). Construir competências é virar as costas aos saberes?
<http://.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php-main/php-1999/1999- 39.html>.
- Pfundt, H., Duit, R.** (1994) Student's alternative frameworks and science education. (4º ed.) Kiel: Institute for Science education.
- Pope, M., Gilbert, J.** (1983) "Personal Experience and the construction of knowledge in Science". *Science Education*, 67, (2), 193-203.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A.** (1982). "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change". *Scientific Education*, 66 (2), 211-227.
- Ramos, Isabel.** (2011) "Construção e Interpretação de Gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um Estudo com Alunos do 11ºano de Escolaridade", Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa.
- Rezende, F.** (2002) "As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista" *Pesquisa em educação em Ciências*, 2, 1.
- Ribeiro, A.** (1990). Desenvolvimento curricular. (1ª edição) Lisboa: Texto editora.
- Ribeiro, A., Greca, I.** (2003) "Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação em Química: Uma revisão de literatura publicada" *Quim. Nova*, 26, 542.
- Roldão, M.** (1999c), Gestão Curricular. Fundamentos e práticas, Ministério da educação. Departamento da Educação Básica 22 -35.
- Roldão, M.** (1999b). Os professores e a Gestão do currículo. Perspetivas e práticas em análise. Porto. Porto Editora.
- Roldão, M.** (1999a). A Gestão Curricular. Fundamentos e práticas. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Roldão, M.** (2000). "A problemática da diferenciação curricular no contexto das políticas educativas atuais." in Inovação, currículo e formação. Roldão, M., Marques, R., (Org.). Porto: Porto editora, Coleção CIDIne, 12, 122.
- Roldão, M.** (2000a). "O currículo escolar: da uniformidade à contextualização- campos e níveis de decisão curricular". Revista de Educação, IX, (1) 81-92. Departamento de educação da faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Roldão, M.** (2003), Diferenciação Curricular Revisitada. Conceito discurso e práxis Coleção Currículo, Políticas e Práticas (nº 17) Porto. Porto Editora.
- Rosenholtz, S., Simpson, C.** (1984). "The formation of ability conceptions: development trend or social construction?" *Review of Educational Research*, 54, 31-63.
- Roth, W.-M.** (2002), "Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis", *Journal of Curriculum Studies* 1-11..
- Rowell, J., Dawson, C.** (1983). "Laboratory counter examples and the growth of understanding in science." *Eur. J. Sci. Educ.*, 5 (2) , 203-216.
- Sá, I., Silva, A. L.** (1999). Saber estudar e estudar para saber, Coleção Ciências da Educação, Porto, Porto Editora. (19-70).
- Sacristán, G.** (1995) "Consciência e ação sobre a prática como libertação profissional dos professores" In Nóvoa, A (org.) Profissão professor. Coleção Ciências da Educação (3). Porto. Porto editora (63 - 9-).
- Santos, L.** (2002). "Auto avaliação regulada. Porquê, o quê e como?" In Abrantes, P. e Araújo F. (Org.). Avaliação das Aprendizagens. Das conceções às práticas. Lisboa. Ministério da educação (DEB), 77-84.
- Santos, M.** (1994). Mudança conceptual na sala de aula. Um desafio Pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M.** (1992). Ensino das Ciências. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. Coleção temas de Investigação, 3.
- Santos, M.** (1992a). "As conceções alternativas dos alunos à luz da epistemologia Bachelardiana." In Cachapuz, A (Coord.) Ensino das Ciências e Formação de professores, 1, Universidade de Aveiro.

- Santos, M.** (1998). Mudança conceptual na sala de aula. Um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado. (2ª edição). Lisboa: Livros Horizonte.
- Schiro, M.** (1978). "Curriculum for better Schools". *Education. Technology*.
- Sequeira, M., Leite, L.** (1989) "O raciocínio causal e a explicação de fenómenos do âmbito da Mecânica" *Revista Portuguesa de Educação*, 2, 13-28.
- Schwab, J.** (1969). "The practical: A language for curriculum." *School Review*, 78, 1.
- Scurati, C.** (1982) "Dal Programma alla Programmazione: L' ipotesi del curricolo", in Frabboni, F. (edit.) *L'Innovazione nella Scuola Elementare*, Florença, L Nueva Italia, 85-123.
- Shahn, E.** (1988). On Science literacy, Educational philosophy and theory, 20, 42-52.
- Shuell, T. J.** (1987). "Cognitive Psychology and conceptual Change: Implications for teaching Science." *Science Education*. 71 (2), 239.
- Silva, B.** (2002). "A inserção das tecnologias de informação e comunicação no currículo. Repercussões e exigências na profissionalidade docente" In Moreira, A. & Macedo. E., (org.). *Currículo, Práticas pedagógicas e Identidades*. Coleção Currículo, Políticas e práticas (10). Porto. Porto editora, 65-91.
- Silva, T.** (2000) *Teorias do Currículo. Uma introdução crítica*. Porto: Porto editora
- Silveira, F., Moreira, M. e Axt, R.** (1992) Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica. *Ensinaça de lãs Ciências*, 10, 187.
- Silveira, J.** (1984), "Fuerza Y movimiento: La interpretacion de los estudiantes" *Enseñanza de las Ciências*" 2, 161-168.
- Simons, R.J., Hout-Wolters, B. V., Violet, S.** (2003). "Active Learning: Self-directed Learning and independent Work", In *New Learning*, R. J. Simons & J. Linden & T. Dutty (eds.), Chicago. Klower Academic Publishers, 21-36.
- Solomon, J.** (1994). "The rise and fall of constructivism." *Studies in science Education*, 23, 1-19.
- Stocker, K.** (s/d), *Princípios de Didática Moderna*, Buenos Aires, Kapelusz, p. 64.
- Susan A. Ambrose, Michael W. Bridges, Michele DiPietro, Marsha C. Lovett, Marie K. Norman** (2010) in "How learning works: seven research-based principles for smart teaching" Richard E. Mayer (Eds.) – 1st^{ed}. United States of America.
- Taba, H.** (1976), *Elaboración del currículum*, Buenos Aires, Troquel.
- Teixeira, P.** (2003) "A educação científica sob a perspetiva da pedagogia da pedagogia histórico-crítica e do movimento do movimento C.T.S. no ensino das Ciências", *Ciência & Educação*, 9, 177.
- Thurler, M. G., Perrenoud, P.** (1994) *A escola e a mudança*. Lisboa. Escolar Editora.
- Tuckman, B.** (2002) "Manual de investigação em Educação", Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª edição, Lisboa.
- Valente, M. O.** (2000) *Ensino das Ciências e Cidadania*. Conferência plenária apresentada no VIII encontro de Ensino das Ciências, Ponta Delgada, Portugal (Novembro de 2000)
- Valente, M. O., Neto, A. J., e Valente, M.** (1990). "Resolução de problemas em Física-necessidade de uma ruptura com a didática tradicional." *Gazeta de Física*, 12 (2), 70-78.
- Vannucchi, A. I.** (2004) "A relação ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências. "In: Carvalho, A.M.P., (Org.) *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo. Pioneira Thomson Learning (77-100).
- Veiga, M. L., Pereira, D., Maskill, R.** (1989). "Teachers' language and pupils' ideas in science lessons: can teachers avoid reinforcing Wrong ideas?" *International Journal of Science Education*, 11, 465-479.
- Vygotsky, L.S.** (1989). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

- Wertsch, J. V.** (1991) *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, Harvard University Press.
- Woolnough, B.** (1991). "Setting the scene. in Woolnough, B. (ED.), *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Wulf, K., Schave, B.** (1984). *Curriculum Design. A Handbook for Educators*. Los Angeles, Scott Foresman.
- Zabalza, M.** (1992). *Planificação e Desenvolvimento curricular*. Coleção *Perspetivas Atuais*. Porto. Edições ASA.

ANEXOS

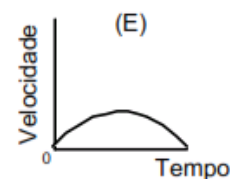
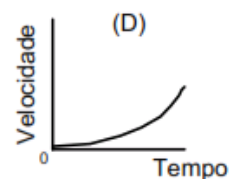
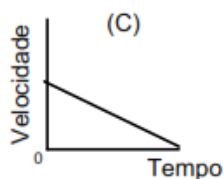
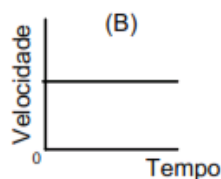
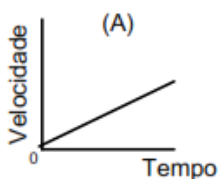
Anexo I
Teste TUG-K (Agrello, 1999)

Teste TUG-K (Agrello, 1999)

Instruções

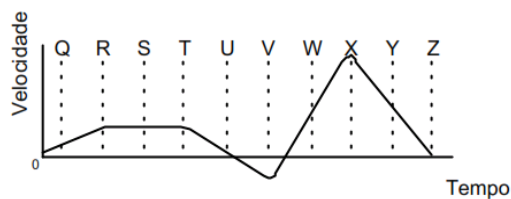
- Responda cada questão o melhor que você puder. Há somente uma resposta correta para cada item. Se você quiser pode usar calculadora e papel de rascunho.
- **Por favor não escreva no caderno de questões.**
- Você tem uma hora para responder o teste. Não esqueça de passar as respostas para a folha de respostas.

1. Gráficos de velocidade-tempo para cinco objetos são mostrados abaixo. Todos os eixos têm a mesma escala. Qual é o objeto que tem a maior variação na posição durante o intervalo?



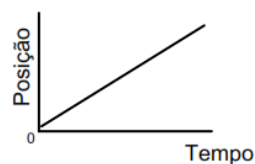
2. Quando a aceleração é mais negativa?

- (A) entre R e T
 (B) entre T e V
 (C) em V
 (D) em X
 (E) entre X e Z



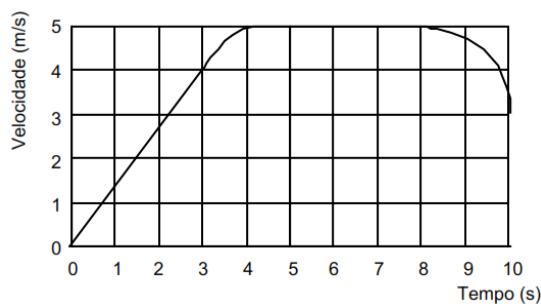
3. À direita está o gráfico do movimento de um objeto. Qual das sentenças abaixo melhor interpreta este gráfico?

- (A) O objeto está se movendo com aceleração constante, diferente de zero.
 (B) O objeto não está movendo.
 (C) O objeto está se movendo com velocidade uniformemente crescente.
 (D) O objeto está se movendo com velocidade constante.
 (E) O objeto está se movendo com aceleração uniformemente crescente.



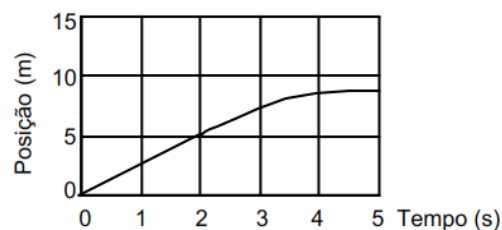
4. Um elevador se move do térreo ao décimo andar de um edifício. A massa do elevador é 1000 kg e ele se move como é mostrado no gráfico de velocidade-tempo abaixo. Qual a distância percorrida durante os primeiros três segundos de movimento?

- (A) 0,75 m
 (B) 1,33 m
 (C) 4,0 m
 (D) 6,0 m
 (E) 12,0 m



5. Observa o gráfico ao lado. A velocidade no tempo $t = 2$ s é:

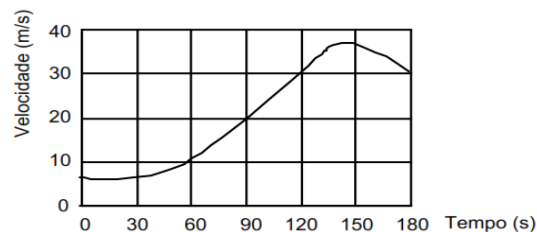
- (A) 0,4 m/s
 (B) 2,0 m/s
 (C) 2,5 m/s
 (D) 5,0 m/s
 (E) 10,0 m/s



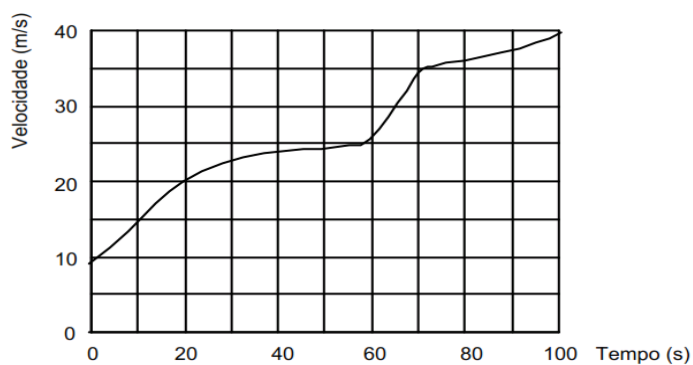
6. Este gráfico mostra a velocidade como função do tempo para um carro de massa 1500 kg.

Qual é a aceleração em $t=90$ segundos?

- (A) $0,22 \text{ m/s}^2$
 (B) $0,33 \text{ m/s}^2$
 (C) $1,0 \text{ m/s}^2$
 (D) $9,8 \text{ m/s}^2$
 (E) 20 m/s^2



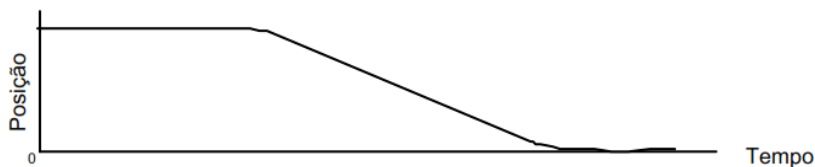
7. O movimento de um objeto viajando em linha reta é representado no gráfico abaixo.



Em $t = 65$ s, a magnitude da aceleração instantânea do objeto é aproximadamente:

- (A) 1 m/s^2
 (B) 2 m/s^2
 (C) $+9,8 \text{ m/s}^2$
 (D) $+30 \text{ m/s}^2$
 (E) $+34 \text{ m/s}^2$

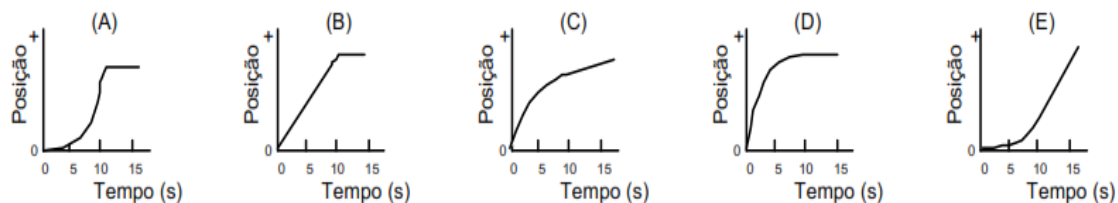
8. Abaixo vemos o gráfico do movimento de um objeto.



Qual das sentenças a seguir é uma interpretação correta deste gráfico?

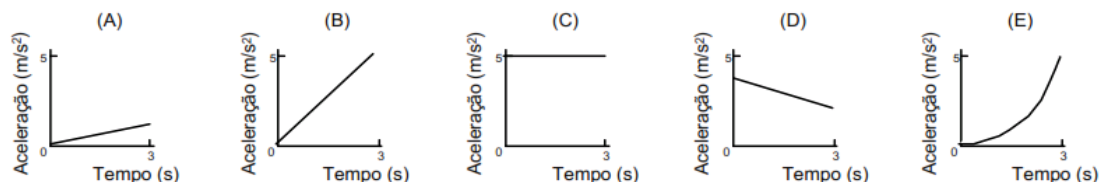
- (A) O objeto rola ao longo de uma superfície plana. Depois ele rola descendo uma montanha e finalmente pára.
- (B) O objeto não se move inicialmente. Depois ele rola descendo uma montanha e finalmente pára.
- (C) O objeto está se movendo com velocidade constante. Depois diminui a velocidade e pára.
- (D) O objeto não se move inicialmente. Depois se move para trás e finalmente pára.
- (E) O objeto se move ao longo de uma área plana, depois se move para trás descendo a montanha e então continua se movendo.

9 Um objeto partindo do repouso é acelerado com uma aceleração constante e positiva durante dez segundos, continuando então a velocidade constante. Qual dos seguintes gráficos corresponde a situação descrita?

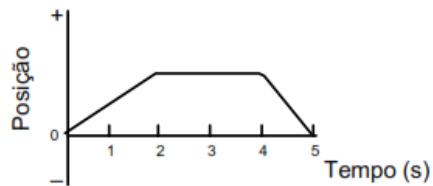


10 Cinco objetos se movem de acordo com os seguintes gráficos de aceleração versus tempo.

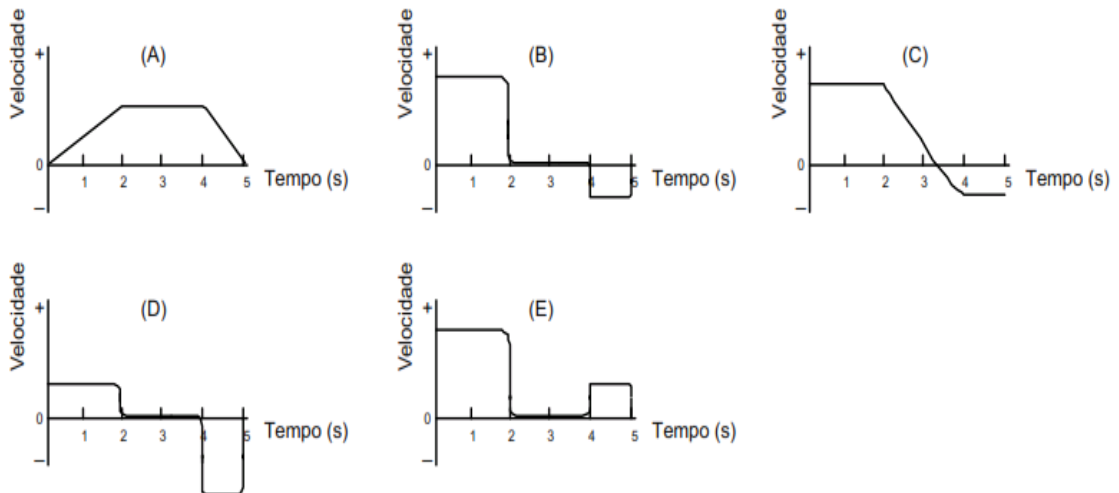
Qual deles tem a menor variação na velocidade durante o intervalo de três segundos?



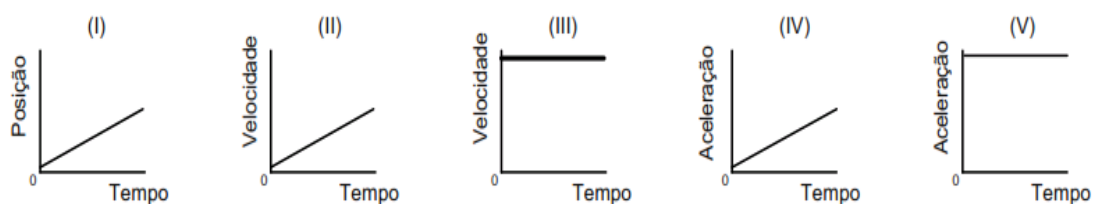
11 A seguir vemos o gráfico de posição-tempo de um objeto durante um intervalo de tempo de 5 segundos:



Qual dos seguintes gráficos de velocidade versus tempo representaria melhor o movimento do objeto durante o mesmo intervalo de tempo?



12 Considere os seguintes gráficos, notando os diferentes eixos:

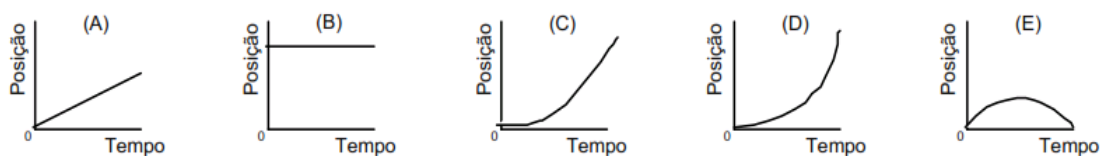


Quais desses gráficos representam o movimento a velocidade constante ?

- (A) I, II e IV
- (B) I e III
- (C) II e V
- (D) IV somente
- (E) V somente

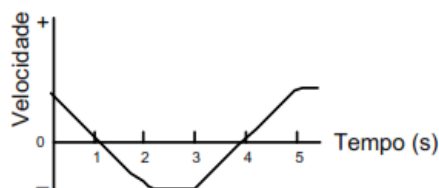
13 São mostrados abaixo os gráficos de posição versus tempo para cinco objetos. Todos os eixos tem a

mesma escala.



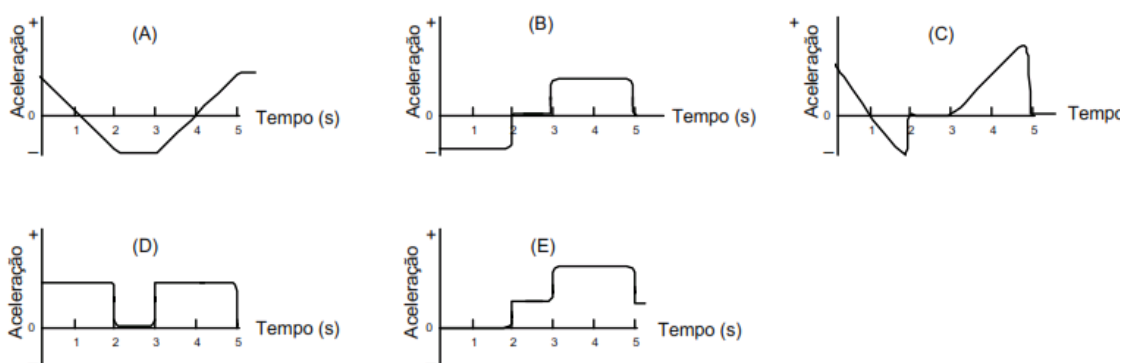
Qual dos objetos tem a maior velocidade instantânea durante o intervalo?

14 Considere o gráfico de velocidade-tempo para um objeto durante um intervalo de tempo de 5



segundos:

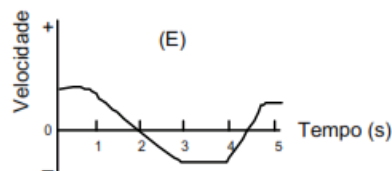
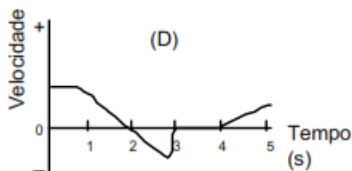
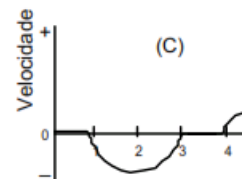
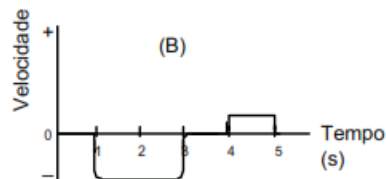
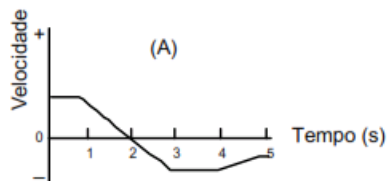
Qual dos seguintes gráficos de aceleração versus tempo representaria o movimento do objeto durante o mesmo intervalo de tempo?



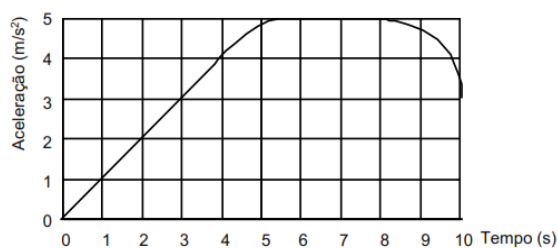
15 Abaixo vemos o gráfico de aceleração para um objeto durante um intervalo de tempo de 5 segundos.



Qual dos seguintes gráficos de velocidade versus tempo melhor representa o movimento do objeto durante o mesmo intervalo de tempo?



16 Um objeto se move de acordo com o gráfico abaixo:

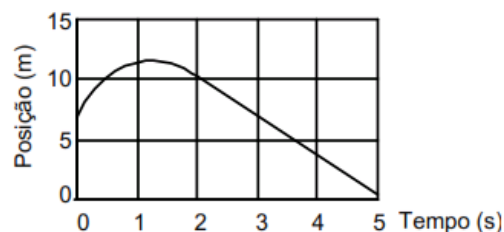


A variação na velocidade do objeto durante os primeiros três segundos de movimento foi:

- (A) 0,66 m/s
- (B) 1,0 m/s
- (C) 3,0 m/s
- (D) 4,5 m/s
- (E) 9,8 m/s

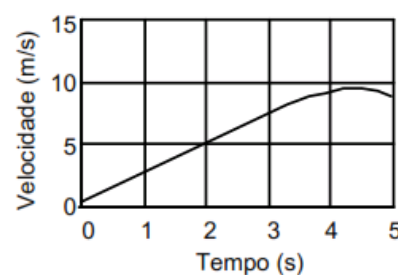
17 Observe o gráfico ao lado. A velocidade no tempo $t = 3$ s é:

- (A) - 3,3 m/s
- (B) - 2,0 m/s
- (C) - 0,67 m/s
- (D) 5,0 m/s
- (E) 7,0 m/s

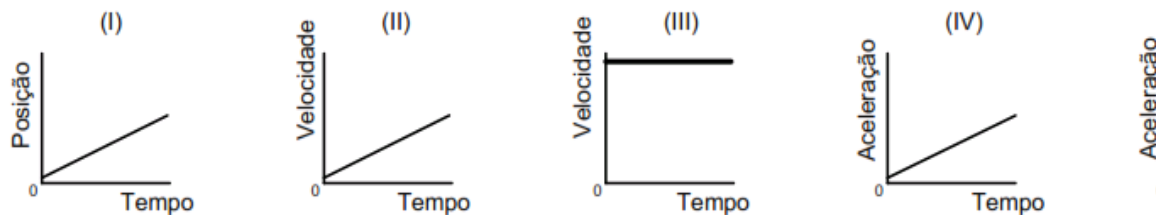


18. Observe o gráfico ao lado apresentado. Se você desejar saber a distância percorrida durante o intervalo de $t = 0$ s até $t = 2$ s do gráfico abaixo, você deve :

- (A) ler 5 diretamente do eixo vertical.
- (B) encontrar a área entre o segmento de reta definido pelos pontos (0,0) e (2,5) e o eixo do tempo calculando $(5 \times 2)/2$.
- (C) encontrar a inclinação da reta dividindo 5 por 2.
- (D) encontrar a inclinação da reta dividindo 15 por 5.
- (E) não há informações suficientes para responder



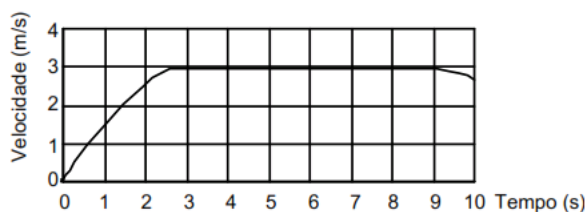
19 Considere os seguintes gráficos, notando os diferentes eixos :



Quais desses gráficos representam o movimento de aceleração constante, diferente de zero?

- (A) I, II e IV
- (B) I e III
- (C) II e V
- (D) IV somente
- (E) V somente

20 Um objeto se move de acordo com o gráfico abaixo:

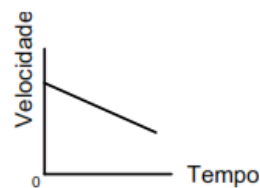


Qual é a distância percorrida durante o intervalo de $t=4$ s até $t=8$ s ?

- (A) 0,75 m
- (B) 3,0 m
- (C) 4,0 m
- (D) 8,0 m
- (E) 12,0 m

21 À direita está o gráfico do movimento de um objeto .Qual sentença melhor interpreta este gráfico ?

- (A) O objeto está se movendo com aceleração constante.
- (B) O objeto está se movendo com aceleração uniformemente decrescente.
- (C) O objeto está se movendo com velocidade uniformemente crescente.
- (D) O objeto está se movendo com velocidade constante.
- (E) O objeto não está se movendo.



Folha de respostas

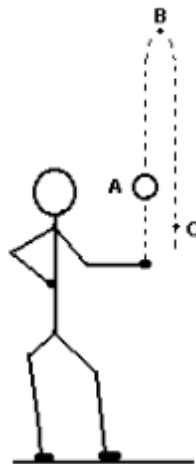
Questão	Opções				
1	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
2	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
3	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
4	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
5	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
6	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
7	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
8	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
9	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
10	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
11	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
12	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
13	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
14	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
15	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
16	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
17	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
18	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
19	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
20	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
21	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

Anexo II

Teste sobre concepções relativas à força e movimento
(Silveira, 1992)

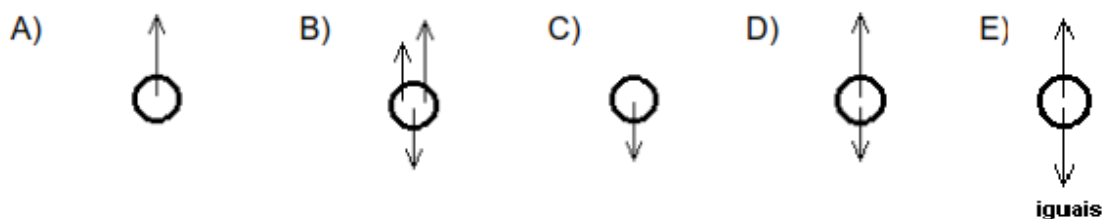
- Este teste é constituído por dezanove questões de escolha múltipla, com cinco ou três alternativas. Escolha a alternativa que melhor corresponde à resposta e marque na grade em anexo.
- **NÃO FAÇA MARCAS NAS FOLHAS DE QUESTÕES.**

As questões 1, 2 e 3 referem-se ao seguinte enunciado:

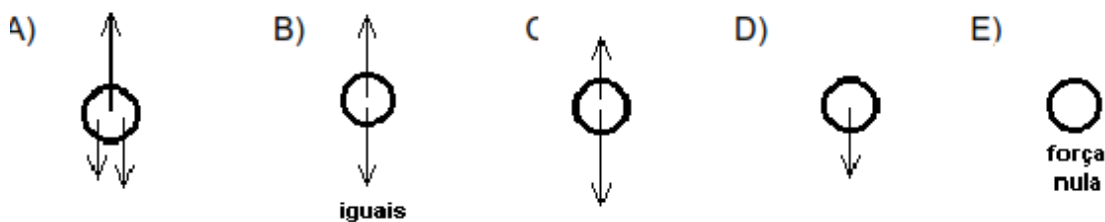


Um menino lança verticalmente para cima uma bola. Os pontos A, B e C identificam algumas posições da bola após o lançamento (B é o ponto mais alto da trajetória). É desprezível a força resistiva do ar na bola. As setas nos desenhos seguintes simbolizam forças exercidas na bola.

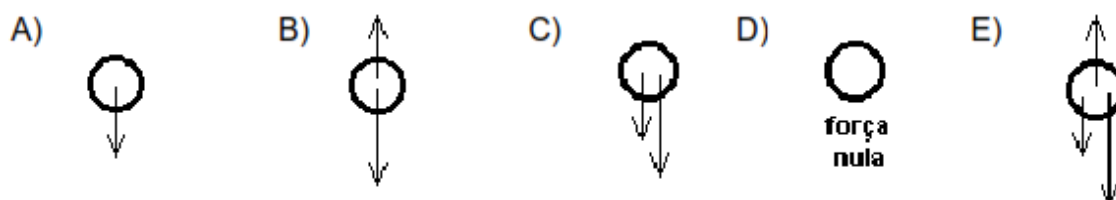
1) No ponto A, quando a bola está subindo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) exercidas na bola?



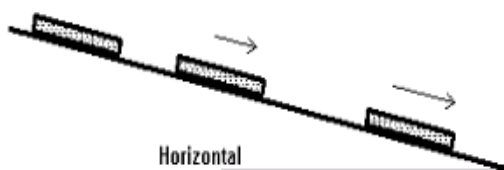
2) No ponto B, quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) exercidas na bola?



3) No ponto C, quando a bola está descendo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) exercidas na bola?

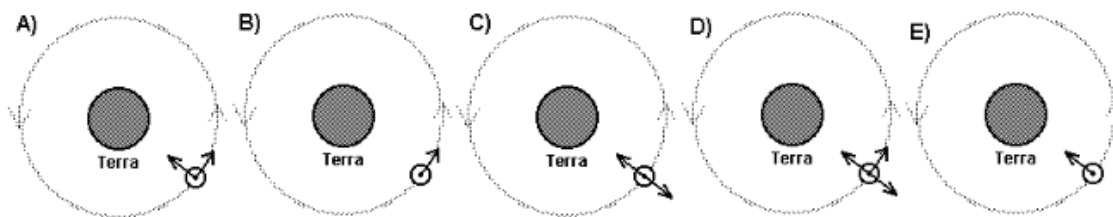


4) A figura se refere a um corpo que foi abandonado em repouso sobre uma rampa (é desprezível a força resistiva do ar no corpo e é constante a força de atrito com a rampa). Ele passa a deslizar com velocidade que cresce uniformemente no tempo. Assim sendo, pode-se afirmar que a força exercida no corpo rampa abaixo:

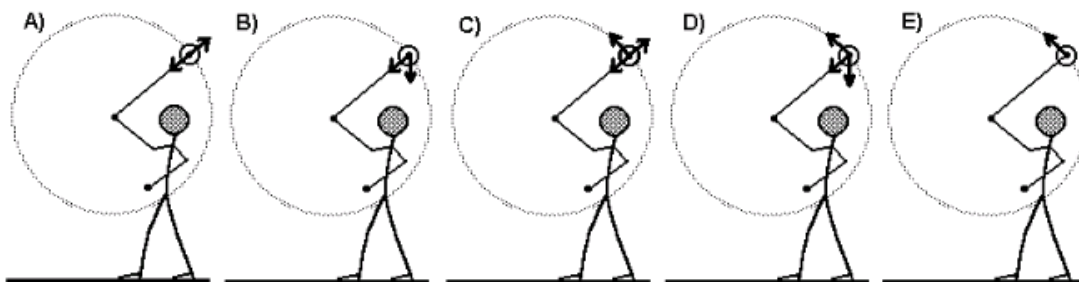


- A) é igual à força de atrito.
 B) é maior do que a força de atrito e está crescendo.
 C) é constante mas maior do que a força de atrito.

5) As figuras se referem a um satélite descrevendo movimento circular uniforme em torno da Terra. As setas simbolizam as forças exercidas sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite?

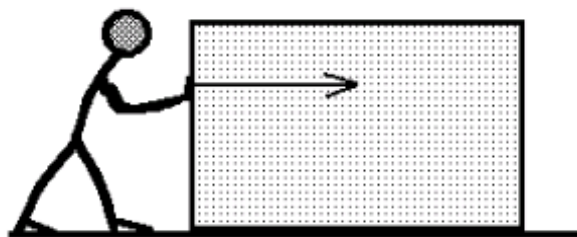


6) As figuras se referem a um menino que faz girar, em uma trajetória circular em um plano vertical, uma pedra presa ao extremo de um fio. Em qual das figuras a(s) força(s) sobre a pedra está(ão) melhor representada(s) pela(s) seta(s)?



As questões 7, 8 e 9 referem-se ao seguinte enunciado:

A figura se refere a um indivíduo exercendo uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. É desprezível a força de resistência do ar sobre a caixa.



7) Inicialmente o indivíduo realiza uma força com intensidade um pouco maior do que a força de atrito. Portanto a caixa se movimentará:

- A) com velocidade que aumenta.
- B) com velocidade pequena e constante.
- C) com velocidade grande e constante.

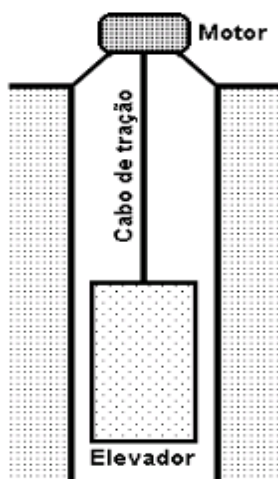
8) A caixa está sendo empurrada por uma força com intensidade muito maior do que a da força de atrito. Então o indivíduo diminui a intensidade da força mas ela continua sendo um pouco mais intensa do que a da força de atrito. Portanto a velocidade da caixa:

- A) diminui.
- B) aumenta.
- C) permanece constante.

9) A caixa está sendo empurrada por uma força com intensidade maior do que a da força de atrito. Então o indivíduo diminui a intensidade da força até que ela se iguale à da força de atrito. Portanto a caixa:

- A) continuará se movimentando mas acabará parando.
- B) parará em seguida.
- C) continuará se movimentando com velocidade constante.

As questões 10 a 14 se referem ao seguinte enunciado:



A figura se refere a um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo). Através do cabo o motor exerce uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e de resistência do ar sobre o elevador).

10) O elevador está inicialmente parado e então o motor exerce sobre o elevador uma força um pouco mais intensa do que o peso do elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:

- A) com velocidade grande e constante.
- B) com velocidade que aumenta.
- C) com velocidade pequena e constante.

11) O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força cuja intensidade é muito maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui de intensidade mas permanece ainda um pouco maior do que a do peso do elevador. Portanto a velocidade do elevador:

- A) aumenta.
- B) diminui.
- C) não se altera.

12) O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força com intensidade maior do que a do peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui de intensidade, se igualando a do peso do elevador. Portanto o elevador:

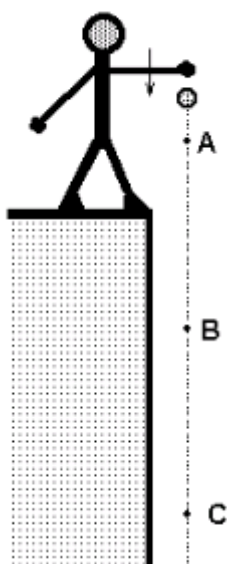
- A) parará em seguida.
- B) continuará subindo durante algum tempo mas acabará parando.
- C) continuará subindo com velocidade constante.

13) O elevador está descendo e o motor exerce sobre ele uma força com intensidade menor do que a do peso do elevador. Então a intensidade da força que o motor exerce aumenta e se iguala a do peso do elevador. Portanto o elevador:

- A) continuará descendo com velocidade constante.
- B) parará em seguida.
- C) continuará descendo durante algum tempo mas acabará parando.

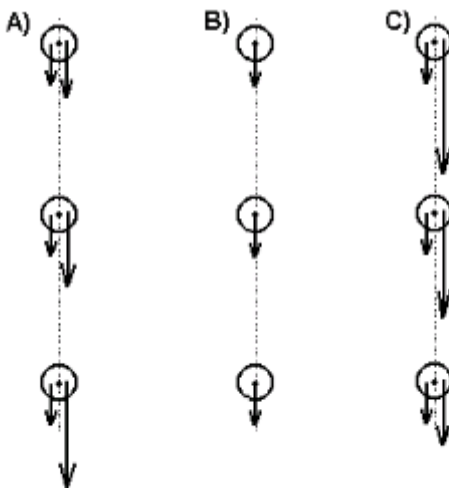
14) O elevador está descendo e o motor exerce sobre ele uma força menos intensa do que a do peso do elevador. Então a força que o motor exerce aumenta de intensidade, se tornando muito mais intensa do que o peso do elevador. Portanto o elevador:

- A) imediatamente sobe.
- B) continua a descer durante algum tempo com velocidade que diminui.
- C) imediatamente para e em seguida sobe com grande velocidade.



15) A figura se refere a um indivíduo que, do topo de uma torre, arremessa para baixo uma bola. Os pontos A, B e C são pontos da trajetória da bola após o arremesso. É desprezível a força de resistência do ar sobre a bola.

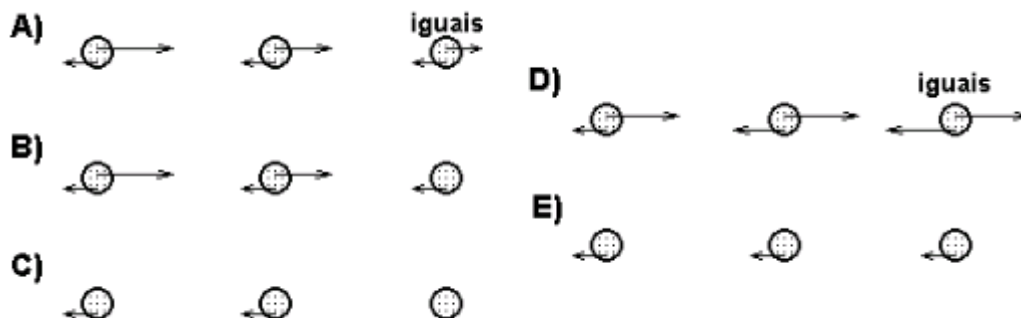
As setas nos esquemas seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a bola nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas seguintes melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



16) A figura se refere a um indivíduo que lança com grande velocidade uma bola sobre uma superfície horizontal com atrito. Os pontos A e B são pontos da trajetória da bola após o lançamento, quando a bola já está rolando; no ponto C a bola está finalmente em repouso.

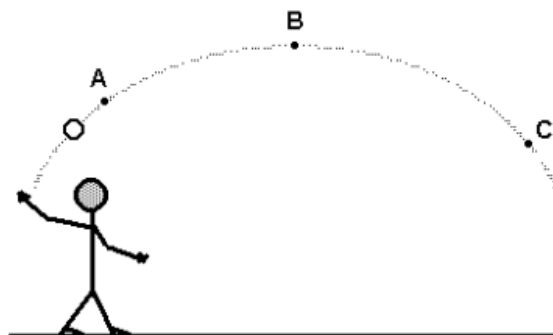


As setas nos desenhos seguintes simbolizam as forças horizontais sobre a bola nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



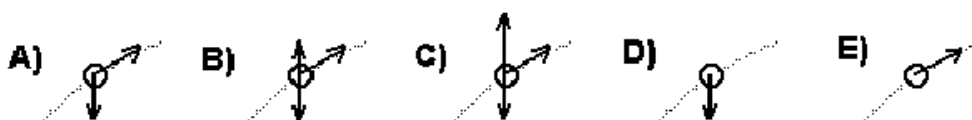
As questões 17, 18 e 19 referem-se ao enunciado abaixo:

Um menino lança uma pequena pedra que descreve uma trajetória como a representada na figura (a força de resistência do ar sobre a pedra é desprezível). O ponto B é o ponto mais alto da trajetória.

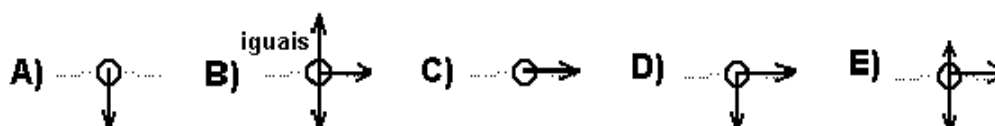


As setas nos esquemas seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a pedra.

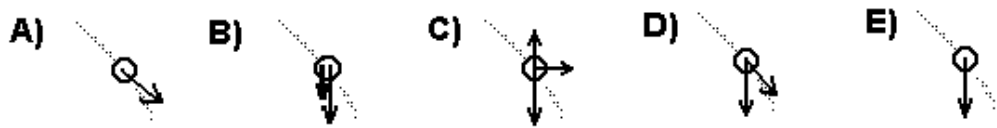
17) No ponto A, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?



18) No ponto B, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?



19) No ponto C, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?



Folha de respostas

Questão	Opções				
1	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
2	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
3	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
4	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
5	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
6	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
7	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
8	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
9	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
10	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
11	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
12	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
13	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
14	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
15	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
16	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
17	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
18	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
19	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

